

5186
518

وزارة المعارف العمومية

كتاب دروس الكيمياء

تأليف

دنجتن

المعلم الأول للكيمياء بمدرسة مديّة لدره ساها - ومؤلف كتاب التمارين العملية في الكيمياء

الجزء الأول

من الباب الأول الى الباب السابع والعشرين

ترجم الى العربية بأمر الوزارة

(حقوق الطبع محفوظة للوزارة)

المطبعة الأميرية بالقاهرة

١٩٢٠

محتويات

الجزء الأول ، من كتاب دروس الكيمياء

صفحة	
١	الباب الأول — التوبان
١٦	» الثاني — التيلور
٢٤	» الثالث — الخواص الطبيعية للمواد
٣٧	» الرابع — تنقية المواد
٤٦	» الخامس — الحوامض والقلويات
٥٦	» السادس — في صدأ الحديد — الأوزون
٦١	» السابع — في الاحتراق — الأكسجين
٧٧	» الثامن — الأيدروجين والماء
٨٩	» التاسع — الرخام والجير
١٠٤	» العاشر — الكربون
١١١	» الحادى عشر — أكاسيد الكربون . حامض الكربونيك
١١٩	» الثانى عشر — مركبات الكربون مع الأيدروجين
١٢٦	» الثالث عشر — تغير الوزن الحادث من التفاعل الكيميائى
١٣٥	» الرابع عشر — تركيب القلويات
١٤٢	» الخامس عشر — حامض الكلورودريك
١٤٩	» السادس عشر — الكلور
١٦٢	» السابع عشر — الحوامض والقواعد والأملاح
١٦٧	» الثامن عشر — الأوزان المكافئة
١٧٤	» التاسع عشر — النواذر
١٨٢	» العشرون — حامض الأزوتيك والأزوتات

الباب الحادى والعشرون — أكاسيد الأزوت	١٩٢
» الثانى والعشرون — الجوّ — الاحتراق	٢٠٠
» الثالث والعشرون — قانون الهجوم لجأى لوساك	٢١٠
» الرابع والعشرون — الكبريت وثانى أوكسيد الكبريت وحامض الكبريتوز	٢٢١
» الخامس والعشرون — حامض الكبريتيك	٢٣١
» السادس والعشرون — الكبريتورات	٢٤٠
» السابع والعشرون — قانون النسب المضاعفة	٢٤٧

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على سيدنا محمد ، وعلى
سائر الأنبياء والمرسلين ، وعلى آلهم وصحبهم أجمعين .

كتاب دروس الكيمياء

الجزء الأول

الباب الأول - الذوبان

(١) القابلية للذوبان في الماء

تدريب ١ - ذوبان الأجسام الصلبة في الماء .

(أ) ما الذي يحدث للسكر إذا وضع في كوب من الماء أو في فنجان من الشاي ؟
اذكر بعض أمثلة مشابهة لذلك .

(ب) ضع في أنبوبة اختبار مقداراً من الملح بقدر ما يمكن حمله على يصل المبراة ثم
املاًها ماء لتصفها وبعد ذلك رج المزيج . ما الذي يحصل للملح ؟

(ح) خذ قعاً وورقة رشح . اطو الورقة بحيث تنقسم إلى قسمين متساويين
(شكل ١ ، أ ، ب) ثم طبقها كذلك مائتة (شكل ١ ، ح) . اتح أحد الأذراع



(شكل ١) طر ورق الرشح

بحيث تصير الورقة على شكل مخروط (شكل ١ ، ٤) . ثبت هذا المخروط تماما في قعر القمع وبالله بقطرات قليلة من الماء في أثناء امساكه في مكانه . ضع غبارا تحت القمع واسكب على ورقة الرشح محلول الملح الذي حصلت عليه في تدريب ١٦ ، (ب) . هل يبقى الملح في الرشح ؟

(٤) اترك في أنبوبة الاختبار نصف المحلول المرشح وأكملها بالماء ثم رجها . ذق السائل . هلا تلاحظ أن الملح انتشر بنسبة واحدة في جميع أجزاء السائل ؟ أترك السائل وشأنه بضع ساعات ، ثم انظر هل لا تزال نسبة انتشار الملح على حالها أو رسب في غور الأنبوبة ؟ في أنبوبة اختبار أخرى ضع طباشيرا مسحوقا ووجهه في قليل من الماء . هل يرسب الطباشير اذا ترك وشأنه زمنا يعادل ما ترك فيه الملح ؟

(هـ) كرر التدريب السابق بوضع ضعف كمية الملح في مقدار من الماء يساوى الأول ، فاذا لم يذوب جميع الملح فضع الابهام على فتحة الأنبوبة ورجها ، فاذا ذاب عن آخره فأضف قليلا من الملح الى المحلول وكرر هذه العملية حتى يبقى بعض من الملح بلا ذوبان ، والآن أجب عما يأتي :

(١) هل يساعد الرج في اذابة الملح ؟

(٢) هل يمكن أن يذوب الماء أى مقدار من الملح يوضع فيه ؟

(و) عالج اذابة جزء من الزاج الأزرق في الماء . هل يظهر في الماء ما يدل على أنه اذاب جزءا من هذا الجسم ؟

تدريب ٢ — تأثير تغير درجة الحرارة في الذوبان — ضع في أنبوبة اختبار مملوءة الى نصفها بالماء مقدارا يسيرا من مسحوق الشب ثم زد عليه مرة بعد أخرى مع رج الأنبوبة في كل مرة حتى يبقى مقدار من غير ذوبان . فعند ذلك سخن السائل بمصباح بترن وانظر هل يمكن بهذه الطريقة زيادة مقدار الكمية المذابة ؟

تدريب ٣ — في استرجاع الأجسام الصلبة من المحلول — زن جفنة بئرجفة جيدا وضع فيها ٥٠ سم^٣ من الماء بواسطة الماصة ثم اذب فيه مقدارا من الملح علم وزنه بشرط ألا يزيد على عشرة جرامات وحذار أن تفقد أثناء العملية جزءا

من الملح أو السائل . سخن المحلول بوضعه فوق ماء في درجة الغليان واتركه يغلي حتى يتخثر جميع السائل وإذا لم يوجد حمام الماء الذي يستعمل لهذا الغرض يمكن تسخين الجفنة فوق ماء يغلي في كوب أو كوز من الصفيح (شكل ٢) . جفف الجسم الصلب الذي يبقى بوضعه في فرن الصحيف ثم بعد أن يبرد الاناء وما فيه زنهما، ولأجل أن يكون الجسم مجففا تماما يجب أن لا يتغير وزنه مهما تكرر عليه التسخين .



(شكل ٢) البخر بواسطة البخار

دَوِّن الأوزان بالصورة الآتية :

وزن الجفنة والجسم الصلب درهما
 » وحدها =
 » الجسم الصلب =
 انقص الجسم الصلب الذي يبقى وقارنه بالملح الأصلي . ذق كلا منهما ثم احكم :
 (١) هل لا يزال ملحاً كما كان ؟
 (٢) هل حصلت على جميع الملح الذي كان في المحلول ؟

خواص المحاليل — كلنا يعرف أن الأجسام الصلبة مثل الملح والسكر تختفي عند وضعها في الماء ويخيل لنا أنها تحولت الى سائل، ويقال إنها تذوب وإنها تكون محلولاً مع الماء وكل الأجسام التي من هذا القليل تسمى "قابلة للتذوب" ويسمى السائل الذي يذيبها "المذيب". ولجسم المذاب خواص خاصة به فانه يصير كالسوائل فيجمر من مسام ورق الرشح وتسرّب بعض خواصه الى المحلول، فلون محلول الزاج الأزرق فيه نفس زرقة الزاج الصلب. وهنا يجب أن نلاحظ أن طعم أى مادة مثل الملح انما هو خاصة للمحلول في الماء لا للجسم الصلب نفسه لأنه لا يمكن أن تذاق مادة من غير إذابتها أولاً .

وإننا لنجد أن الجسم المذاب ينتشر في جميع أجزاء أى مقدار من الماء عند تحريكه أو رجّه ولا يركد في قعر الماء ولو ترك ساكناً، أما الجسم غير القابل للتذوب كالطباشير مثلاً فربما يعوم في الماء، ويقال إنه معلق ويكون السائل في هذه الحالة عكراً معتماً لا رائقاً شفافاً ويمكن ازالة الجسم الصلب بواسطة الرشح وإذا ترك السائل فان الجسم يستقر في القعر تاركا السائل رائقاً .

ولا يمكن أن يذيب حجم معين من الماء أى مقدار من جسم صلب قابل للذوبان فإنه إذا وضع فيه من الجسم ما يزيد على مقدار معين فإن الزائد لا يذوب وإذا ذاب من الجسم كل ما يمكن أن يذويه السائل تكون ما يسمى "محلولاً مشبعاً" وإذا سخن هذا المحلول أمكن إذابة كمية أخرى من الجسم ولكن ذلك لا يطرد دائماً .

امكان استرجاع الأجسام الصلبة من المحلول — يمكن إغلاء المحلول بالتسخين فيتمسك الماء إلى الهواء في صورة بخار تاركاً الجسم خلفه ، وإذا بخرنا الماء بالدقة بدون انحباس أمكن استرجاع أى جسم صلب كالملح مثلاً من محلول من غير أن ينقص وزنه والجسم الصلب الحاصل بهذه الطريقة يساوى في الوزن المادة الأصلية غير مختلف عنها في خواصها ، فعل ذلك يعتبر ذوبان الأجسام الصلبة تغيراً في حالتها فقط كالتغير الذى يحصل عند انصهار جسم صلب أو إغلاء سائل وكل تغير من هذا النوع لا ينتج مادة جديدة يسمى "بالتغير الطبيعى" .

(٢) تنقية ماء الصنبور

تدريب ٤ — هل ماء الصنبور نقي ؟ — بخبر بعض ماء الصنبور في زجاجة ساعة أو قطعة من زجاج دورق مكسور وبعد اختفاء الماء عابن الزجاجة بعدسة وأنظر هل ترك جسم صلب على الزجاج أو كان ماء الصنبور تامّ النقاء ؟ والآن افترح طريقة لتحصيل ماء خال من الأجسام المذابة .

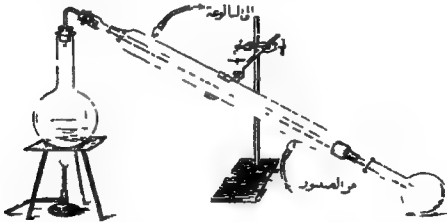
تدريب ٥ — تقطير الماء .

(١) يجعل الماء خالياً من المواد المذابة باغلاؤه وتكثيف البخار ، وللقيام بهذه العملية المسماة "عملية التقطير" استحوذ على مكثف ليبيح ولاحظ كيفية مرور تيار من ماء الصنبور البارد في الغلاف الخارجى للمكثف أثناء سير البخار في الأنبوبة الداخلية ثم خذ دورقاً كبيراً وركب الجهاز كما ترى في شكل (٣) واملأ ثلثي الدورق ماء مذاباً فيه شئ من الملح وضع في السائل قطعة من الخزف لمنع الاهتزاز أثناء الغليان وكذلك ركب دورقاً أصغر من الأول في أسفل المكثف ليجمع فيه السائل المقطر ، وصل أنبوبة المكثف السفلى بمسدود الماء وأنبوبته العليا بالحوض ثم افتح الصنبور بحيث يمر في الغلاف تيار ماء بعلو وأغل ماء الدورق الكبير حتى يقطر أكثر الماء ويظهر الملح على جوانب الدورق فأطفئ المصباح .

(ب) سخن بعض الماء المقطر في زجاجة ساعة وأنظر هل هو خال من الأجسام المذابة ؟

الماء المقطر — كثير من الأجسام الصلبة قابل للذوبان في الماء كل الى حد خاص به ، وكثير من هذه الأجسام في التراب أو في الصخور المكونة لسطح الأرض وليس في ماء المطر أجسام مذابة ولكن بمجرد وصوله الى الأرض يذيب الأجسام الصلبة التي يمر عليها ، ولذا يحتوى ماء الينابيع والأنهار على مقادير كبيرة من المواد المذابة وأكثر منها احتواء على هذه المواد ماء البحار ، ففى الأثر الواحد من ماء نهر "اليمس" نحو ٣٣٠ من الجرام من المواد الصلبة مع أن فى كل لتر من ماء البحر ٣٤,٩ من الجرامات ؛ ولما كان من الضرورى غالبا استعمال الماء الخالى من المواد المذابة فى المعامل الكيميائية جثنا بالطريقة الآتية للحصول على الماء النقي .

ترى أنه عند افلاء أى محلول يمر الماء تاركا الجسم الصلب وحده ويتكثف البخار يحصل الماء نقياً من الأجسام المذابة فيه فإغل ماء الصنبور في دورق (شكل ٣) متصل بأنبوبة منحنية داخلية في مكثف ليبيج الذى يتركب من أنبوبة مستقيمة حولها أنبوبة أوسع منها تسمى "الغلاف" وتبريد الأنبوبة الداخلية على الهواء يمر في الغلاف تيار من الماء فيتكاثف البخار ويجمع في القابلة (شكل ٣) وهذه هى عملية التقطير وتستعمل بطريقة أوسع من هذه للحصول على الماء المقطر وتخذون في البواخر هذه الطريقة لتكون الماء العذب من ماء البحر ، والجهاز الذى يستعمل لهذا الغرض يسمى "بالاتييق" فيسخن الماء في مرجل كبير من النحاس ويمر البخار الصاعد منه الى أنبوبة على شكل حلزوني تسمى "الدودة" وهى موضوعة في حوض يتزل فيه تيار ماء بارد ويقوم الحوض والأنبوبة الحلزونية مقام الغلاف والأنبوبة في مكثف ليبيج ويبقى الملح في المرجل ويخرج الماء النقي من الدودة .



(شكل ٣) تقطير الماء

(٣) تعيين درجة قابلية الأجسام الصلبة للذوبان

تدريب ٦ — مقارنة درجة قابلية الأجسام الصلبة للذوبان في الماء —
قارن بالتقريب بين قابلية ذوبان الأجسام الآتية في الماء وهي : الملح الانجليزي ،
والطفل ، والرمل ، والبوريك ، والكبريت ، والرخام ، ومسحوق لحم الخشب ،
وشحم البرافين ، والكافور وذلك بأن تزن أنبوبة اختبار وتضع فيها نحو جرام من الجسم
ثم تعين وزنه بالدقة وتبلله بقطرات قليلة من الماء المقطر من السحاحة مرة بعد
أخرى حتى يذوب ، ولا تنس أن ترج الأنبوبة كلها وضعت الماء ثم أوجد بالدقة
حجم الماء الكافي لإذابة الجسم ودون نتيجة عملك هكذا :

..... م من الماء يذيب جراما من الجسم
١٠٠ م من الماء تذيب جراما من الجسم
وإذا ظننت أن الجسم غير قابل للذوبان فاع الشك بأن يرفع السائل وتجفقطرات
منه على قطعة من الزجاج .

تنبيه — حذار أن تقرب أحد السوائل الآتية من النار بأي حال من الأحوال .

تدريب ٧ — القابلية للذوبان في مذوبات أخرى غير الماء — هل تذوب
هذه الأجسام الصلبة نفسها في الكحول (*) وفي زيت البرافين وفي البنزين ؟ وإذا لزم بخر
أحد هذه السوائل فسخن حمام الرمل وضع الزجاجات التي فيها السائل فوق الرمل الحار
بعد أن تطفئ المصباح .

تدريب ٨ — تعيين القابلية للذوبان — لا يحدد وزن كمية ملح الطعام التي
تذوب في ١٠٠ جرام من الماء في درجة حرارة الحجرة رج شيئا من مسحوقه الناعم
في الماء المقطر حتى يبقى جزء منه لا يذوب بعد مرور خمس دقائق ثم زن كوبا يرشح
فيه المحلول المشبع فإذا بلغ منتصفه فزنه بما فيه وبخره في حمام مائي حتى يجف ثم دع
الجسم والكوب يجفان تماما في فرن ثم زنهما وكرر التسخين والوزن حتى يصير الوزن
ثابتا لا يتقص وحينئذ يمكن اعتبار الجسم جافا ويستخرج مقدار وزن الجسم المذاب
في ١٠٠ جرام من الماء بالصورة الآتية :

(*) لا يمكن استعمال الكحول التجاري لهذا الغرض .

وزن المحلول والجفنة.....	=	.....	جرامات
وزن الجفنة .....	=	.....	.....
وزن المحلول المستعمل .....	=	.....	.....
وزن الجسم الصلب والجفنة .....	=	.....	.....
وزن الجفنة .....	=	.....	.....
وزن الجسم الصلب الذى فى المحلول .....	=	.....	.....
الوزن الكلى للمحلول .....	=	.....	.....
وزن الجسم الصلب الذى فى المحلول .....	=	.....	.....
وزن الماء المستعمل فى المحلول .....	=	.....	.....

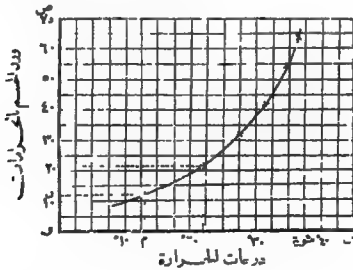
..... جراما من الماء تذيب جراما من الجسم
 ∴ ١٠٠ جرام من الماء تذيب جراما من الجسم

تدريب ٩ — تعيين القابلية للذوبان فى درجات الحرارة المختلفة .

(ا) لايجاد التغير الذى يحدث فى قابلية ذوبان ملح البارود عند زيادة درجة الحرارة ،
 خذ نحو ١٠٠ جرام من مسحوقه الناعم وجففها جيدا فى فرن هواء ساخن ثم
 زن دورقا جافا وزن فيه ١٥ أو ١٦ جراما من هذا الملح المجفف ولا صبرة بمقدار
 ملح البارود المستعمل ما دام بين هذين الحدين متى علم مقدار وزنه بالضبط ثم
 ضع على زجاجات ساعة خمس كيات أخرى من ملح البارود وزن كل منها نحو
 ٨ جرامات وضع فى الدورق بواسطة السحاحة ٥٠ سم^٣ من الماء المقطر ورج
 الملح فى الماء حتى ينقطع التوبان ، فعند ذلك اغمس ترمومترا فى السائل وبخنه
 ببطء وحركه باستمرار وعين بالدقة درجة الحرارة التى تنوب عندها آخر قطعة من
 الملح ثم خذ إحدى الكيات الخمس واعرف وزنها بالدقة وأضفها الى المحلول
 ويخفف ببطء حتى تنوب عن آخرها وعين عند ذلك درجة الحرارة أيضا وكرهذه
 العملية فى كيات الملح الأخرى مدونة النتائج فى جدول ذى عمودين فى أحدهما
 وزن جميع الملح المذاب فى ١٠٠ سم^٣ بعد كل اضافة وفى الآخر درجة الحرارة
 التى تم ذوبانه فيها .

(ب) ضع النتائج التى حصلت عليها على الورق المقسم الى مربعات مبتدئا من اليسار
 عند الركن الأسفل للورقة وخذ أقساما متساوية على المستقيم الأفقى ا سم

(شكل ٤) لتدل على زيادات متساوية في درجة الحرارة وخذ أيضا أقساما متساوية على المستقيم الرأسى ا ص لتدل على عدد جرامات ملح البارود المذابة في ١٠٠ جرام من الماء ، وإذا كانت الورقة مقسمة الى أعشار السنتيمتر فخذ سنتيمترا واحدا على المستقيم ا ص لتدل على ١٠ مئوية وستيمترا واحدا على المستقيم ا ص لتدل على ٢٠ جراما من الجسم ثم خذ نقطة م على ا ص لتدل على أول درجة حرارة في الجدول ونقطة ن على ا ص لتدل على عدد جرامات الملح التى أذابتها ١٠٠ جرام من الماء في تلك الدرجة ومن م ٦ ن ارسم مستقيمين يوازيان ا ص ٦ ا م وعين نقطة تقاطعهما بصليب رفيع يدل على درجة الحرارة ويدل أيضا على عدد جرامات الجسم المذابة في هذه الدرجة وتكرر هذه العملية في كل عشرين متناظرين وارسم في النهاية منحنيا يمر تقريبا بجميع الصلبان ولا يكون فيه تقوس فجأى الأمر الذى ربما أوجبنا لرسم المنحنى بين أكثر الصلبان بدلا من المرور بها واضطوتنا حتى الى النساهل عن أحد الصلبان على أن وجود صليب واحد بعيدا عن المنحنى يشير من طرف الى وجود خطأ في العمل ويسمى هذا المنحنى "بالخط البيانى لقابلية ملح البارود للذوبان".



(شكل ٤) خط بيانى لقابلية الدوران

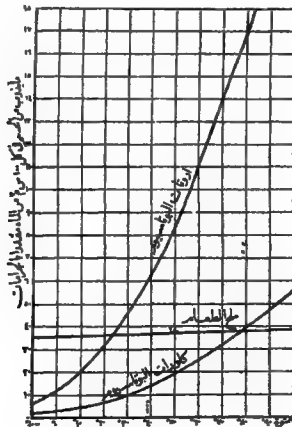
- (ح) اوجد قابلية ملح الطعام للذوبان في درجات حرارة مختلفة وارسم خط القابلية ثم قارنه بنظيره في حالة ملح البارود وشرح معنى الفرق بين الخططين .
- (د) حقق صحة أحد هذين الخططين بطريقة عملية وذلك بأخذ أى نقطة على الخط البيانى تقع بين تقطين من القط التى سبقت الدلالة عليها بالصلبان وإيجاد

القطعتين المناظرين لهذه القطعة على المحورين الرأسى والأفقى دلالة على وزن معين من الجسم وعلى درجة الحرارة التى فيها يذوب هذا الوزن ١٠٠ جرام من الماء ثم خذ ١٠٠ سم^٣ تماما وزن مقدارا من الجسم بقدر ما قرأت على الخط وضعه فى الماء وأنظر هل يذوب عن آخره ؟ فإذا ذاب فأضف مقدارا قليلا منه لترى هل هو مشبع أم لا ؟

المواد القابلة وغير القابلة للذوبان — يتبين من الاختبار الذى شاهدناه فى تدريب (٧) أن بعض الأجسام الصلبة تذوب فى الماء بسهولة وبعضها لا يذوب إلا قليلا والبعض الآخر يظهر أنه غير قابل للذوبان مطلقا ، فنلاحظ أن ملح الطعام يذوب فى الماء بسهولة وأن الملح الانجائزى يفوقه فى ذلك وأن شمع البرافين لا يذوب أبدا ، وعلى وجه التقريب يمكن أن نقول : إن جميع المواد الشبيهة بالملح تذوب فى الماء وأن جميع الفلزات لا يمكن أن تذوب ، ولقد تقوم مذيبات أخرى مقام الماء فى إذابة المواد التى لا يمكن أن تذوب فيه كالكافور مثلا فانه بالرغم من كونه غير قابل للذوبان فى الماء يذوب بسهولة فى الكحول ، وكذلك شمع البرافين قابل للذوبان فى البنزين فاذا قبل إن مادة من المواد قابلة للذوبان يجب أن يذكر مع ذلك المذيب . ومن أنفع المذيبات للأجسام التى لا تذوب فى الماء الكحول ويسمى كل محلول نتج من الذوبان فى الكحول "بالصبغة" . ويستعمل زيت التربينيتا فى إذابة القلفونية فتشأ أنواع الطلاء اللامع (الورديش) الكثيرة الاستعمال ولكنه يستعمل الآن بدلا من زيت التربينيتا زيت البترول الخفيف لخصه ويذيب البنزين الدهن والزيوت بسهولة ولذا يستعمل كثيرا فى إزالة بقع الشحم من الملابس .

طرق تعيين القابلية للذوبان — من المهم عند الكيميائيين أن يعرفوا بالضبط مقدار الجسم الصلب الذى يمكن إذابته فى حجم معين من المذيب وبذا دل الاصطلاح — قابلية أى مادة للذوبان — على عدد جرامات الجسم التى يمكن إذابتها فى ١٠٠ جرام من الماء فى درجة حرارة معينة ، فنلاحظ قابلية ملح الطعام للذوبان فى الماء فى ١٥ مئوية تساوى ٣٥,٧ من الجرامات فى كل ١٠٠ جرام من الماء ومعنى ذلك أنه إذا أخذنا مقدارا من الماء فى درجة ١٥ مئوية وشبعناه بملح الطعام فإننا نجد أن كمية الملح المذاب فى ١٠٠ جرام من الماء هى ٣٥,٧ من الجرامات .

ومن حيث ان قابلية أى مادة للذوبان في مذيب معلوم تختلف باختلاف درجة الحرارة يتعين معرفة درجة الحرارة التي تكون فيها المحلول بالذقة، وإذا أريد معرفة قابلية جسم للذوبان في درجة حرارة الحجره تتبع هذه الطريقة وهى : يكون أولاً محلول مشبع ويترك شئ من هذا الجسم فيه لتحقيق أن المحلول لا يمكن أن يذيب زيادة على ما أذيب فيه ثم يرشح المحلول ويوضع في وعاء صين وزنه ثم يخفف فوق حمام مائى ويبحث عن وزن الجسم الحاصل ويطرح هذا الوزن من وزن المحلول فينتج وزن الماء المستعمل فيه، ومن هذه الأوزان يمكن معرفة وزن الجسم الذى يمكن إذابته في ١٠٠ جرام من الماء ولمعرفة تغير القابلية للذوبان بارتفاع درجة الحرارة تتبع هذه الطريقة السريعة ولو أنها غير مضبوطة وذلك بأن تقيس حجما معلوما من الماء وتضعه في إناء مع كمية من الجسم بعد معرفة وزنها الذى يجب أن يكون أكثر قليلا مما يلزم لاشباع الماء ثم تسخن السائل على مهل وتحركه على الدوام وتقرأ درجة الحرارة التى ينتهى عندها ذوبان آخر قطعة من الجسم ثم تضيف مقدارا صغيرا معلوم الوزن وترفع درجة الحرارة حتى يذوب وهلم جزأ فتحصل على جملة أعداد تمثل على وزن الجسم المذاب وعلى درجات الحرارة التى ينتهى عندها ذوبان كل من هذه الأوزان .



(شكل ٥) خط بيان لقابلية الذوبان

والنتائج التي من هذا النوع يدل عليها غالبا بخط بياني فنوضع المشاهدات على الورق المقسم الى مربعات كما هو مبين في تدريب (٩، ب) وذلك بإيراد درجات الحرارة مدلولاً عنها بأقسام متساوية على المستقيم الأفقي وإيراد الأوزان المذابة في تلك الدرجات مدلولاً عنها بأقسام متساوية على المستقيم الرأسى (شكل ٤) ، ويسمى الخط البياني الناتج "بخط القابلية للذوبان" ويميز النظر الى ذلك الخط يعرف تأثير ارتفاع درجة الحرارة على قابلية المادة للذوبان كما ترى في خطوط القابلية للمح الطعام وكلورات البوتاسيوم وملح البارود في (شكل ٥) .

(٤) محلول السوائل والغازات

تدريب ١٠ — قابلية السوائل للذوبان في سوائل أخرى .

- (أ) حقق لإمكان ذوبان السوائل الآتية في الماء وهي : الكحول التجارى ، وزيت البرافين ، والترينتين ، والامير ، والبتزين ، وذلك بأن تضيف نقطة من السائل الى ستمتر مكعب من الماء المقطر في أنبوبة اختبار فإذا اخفت القطرة في الماء فأضف غيرها ثم غيرها وهكذا وإذا لم تخف فزدها ماء وبعد تكوين المخلول اتركه نحو خمس دقائق على الأقل وانتظر هل ينفصل السائلان ؟ فإذا لم تفعل ذلك فربما يتبادر للذهن أنه قد ذاب وهو في الحقيقة معلق في صورة قطرات دقيقة .
- (ب) هل كل من البرافين ، والزيت الحلو وزيت التربنتينا قابل للذوبان في واحد من السوائل الأخرى المذكورة في تدريب (١٠ ، أ) ؟ ابحث في ذلك بالطريقة المتقدمة .

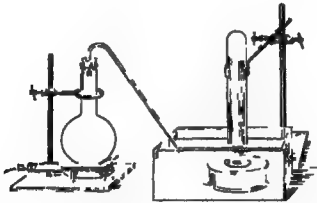
تدريب ١١ — قابلية الغازات للذوبان في السوائل .

- (أ) سخن دورقا فيه ماء الصنبور واقراً درجات الحرارة المتعاقبة على الترمومتر ودون ما ترى أثناء تسخين الماء مع مراعاة درجة الحرارة التي تظهر عندها فقاعات غازية واذكر ما الذى يكون الفقاعات التي تراها عند غلى الماء .

(ب) لجمع الفقاعات الصغيرة التي ترى في ابتداء تسخين ماء الصنبور افعل ما يأتى :

احضر كوزا كبيرا من الصفيح أو دورقا سعته لتران على الأقل وجهاز أنبوبة وصل طويلة على الصورة المبينة (بشكل ٦) وثبت أحد طرفيها في فوهة الدورق الذى فوق مصباح الغاز واغمس طرفها الآخر في الماء الذى في الحوض وبعد

حينها عند ب و ح اقطع الجزء المنقطع (شكل ٦ ، ١) ثم ثبت الأنبوبة بالدورق تماما بحيث تتوسد من الصمغ المرن واملأ الدورق والأنبوبة تمام الملاء بالماء وركب الجهاز كما هو مبين (شكل ٧) واملأ بخارا أو أنبوبة اختبار كبيرة بالماء وأحسن من هذين استعمال بخار مدرج اذا أمكن ثم غط فوهة المخبار واغمسه في ماء الحوض وهنا تجد أنه يمكن رفع طرف المخبار المسدود فوق سطح ماء الحوض بدون أن يسكب ماؤه . (شكل ٦) أنبوبة للاسهال في تدريب (١١ ، ب)



(شكل ٧) جمع الغاز المذاب في ماء الصنبور .

ضع طرف أنبوبة الوصل تحت فوهة المخبار ويصنع الكوز أو الدورق واجمع الفقاعات الغازية المقذوفة منه وبعد أن ينلى الماء بضع دقائق أطفئ المصباح وأزح الدورق وأنبوبة الوصل ثم ارفع أو اخفض المخبار حتى يصير الماء في مستوي واحد داخلا وخارجا، وإذا كان المخبار مدرجا فميتين حجم الغاز الذي فيه وإن لم يكن فميتين سطح الماء بالصاق قطعة من الورق المغري حذاه وقس الحجم بعد ذلك .

(ج) وقبل متابعة العمل أجب عن هذه الأسئلة :

(١) هل يمكن أن يكون الغاز الحاصل بهذه الطريقة بخارا ؟

(٢) أى غاز يمكن أن يكون مذابا في ماء الصنبور ؟

(٣) ما هي الغازات المعروفة التي تشابه الغاز الذي جمعته ؟

استخدم الاختبارات الآتية لمعرفة طبيعة الغاز : قسم الغاز أولاً الى قسمين غير متساويين وذلك بملء أنبوبة أخرى بالماء وتحویل قناعتين أو ثلاث إليها ثم شم هذا الجزء الصغير . هل له رائحة ؟ أدخل شمعة رفيعة موقدة في الجزء الباقي من الغاز بالأنبوبة الأخرى . هل تحترق الشمعة في الغاز كما هو الحال في الهواء ؟ قتر بعد هذا الاختبار غير الدقيق ، مم يتركب هذا الغاز ؟

(٤) قس حجم الماء الذي كان في الكوز أو الدورق أولاً وأوجد حجم الغاز الحاصل ومن هذه الأرقام احسب مقدار الغاز المذاب في ماء الصنبور أولاً ثم عین حجم الغاز الذي يمكن إذابته في ١٠٠ سم^٣ من الماء .

خلط السوائل — يستنتج مما سبق أن بعض السوائل كزيت البرافين والشمع مثلاً إذا مزجت لا تلبث أن تفصل تدريجاً فتكوّن طبقتين مختلفتين فيهيبط أثقل السائلين مكوناً الطبقة السفلى وبعض السوائل يذوب بوفرة في المذيبات السائلة أى يختلط أحدهما بالآخر ، وفي بعض الأحوال كما في الكحول والماء يختلط السائلان بأى نسبة وهما كان حجم أحدهما فانهما يكوّنان سائلاً واحداً إذا حرك تحريكاً تاماً يصير الامتزاج على نسبة واحدة في جميع أجزائه لذلك يمكن إضافة الماء تدريجاً الى الكحول حتى يذوب منه ٤٠ سم^٣ في ٦٠ سم^٣ من الكحول ، ويمكن أن نأخذ مقدار ٤٠ سم^٣ من الماء ونذيب فيه الكحول تدريجاً آخذين ٦٠ سم^٣ منه والنتيجة في كلا الحالتين واحدة فهو إما محلول ٤٠ . من الماء في الكحول ، وإما محلول ٦٠ . من الكحول في الماء وبهذه السهولة يمكن تكوين محلول ٦٠ . أو ٨٠ . من الكحول في الماء .

وهناك سوائل أخرى تفصل بعد مدة من خلطها وتكوّن طبقتين ويكون انفصالها كلياً كما في زيت البرافين والماء أو جرياً كما في الاثير والماء فانهما يمتزجان ويكوّنان طبقتين مميزتين يمكن فصلهما بواسطة قمع التقييط (شكل ٨) .

ولكن عند تسخين الطبقة العليا نجد أنها تلي في درجة ٤٠° مئوية ويغزأ أكثرها في هذه الدرجة أيضاً ثم ترتفع درجة الحرارة بالتدريج ولا يتغير أجراء السائل الأخيرة إلا عند وصولها الى درجة ٦٠° مئوية ، ولما كان الاثير يغلي في ٤٠° مئوية يتضح أن الطبقة العليا تتكوّن من اثير على الخصوص ولكن فيها بعض الماء المذاب وكذا يمكن الاستدلال على أن الطبقة السفلى تتكوّن من ماء فيه قليل من الاثير المذاب لأن جزءاً منها يغزأ

في درجة ٤٠° مئوية تقريبا في حين أن درجة غليان الجزء الأكبر منها ١٠٠° مئوية ،
وعليه فقابلية الاثير للذوبان في الماء قليلة كما أن قابلية الماء للذوبان في الاثير قليلة .



(شكل ٨)
قوع اعمال به سائلان
لا يختلطان

إمكان ذوبان الغازات في السوائل — إذا سخن ماء
الصبور يخرج منه في الحال فقاقيع كثيرة وإذا زاد التسخين كبرت
الفقاع في الحجم وزاد صدها ويمكن جمع هذه الفقاع بواسطة
الجهاز المستعمل في (شكل ٧) فتمر أنبوبة الوصل من الكوز
أو الدورق وتنتهي في ماء الحوض حيث تكون فوقها اسطوانة
جمع ملئت بالماء قبل وضعها بحيث يضر طرفها المفتوح في ماء
الحوض فتدخل فيه الفقاع بمجرد خروجها من أنبوبة الوصل
وترتفع في الاسطوانة وتحمل محل الماء .

هذه هي الطريقة المستعملة في جمع الغازات إلا إذا كانت
الغاز سهل الذوبان على أن الغاز الحاصل في هذه الحالة يمكن
أن يذوب في الماء ولكن بسبب تعرض ماء الحوض للهواء
قد أذاب من نوع هذه الغازات ما يمكن أن يذبه .

وعند فحص الغاز المستخرج من ماء الصبور يرى أنه شفاف لا لون له ولا رائحة
يمكن أن يشتعل فيه عود من الكبريت أو شمعة رفيعة وجميع خواصه هي خواص
الهواء عينا ، غير أن معلومات الطالب لا تكفي للحكم على أنه الهواء ، ولكنه يشابهه
كثيرا ويظهر من ذلك أن الماء قد أذاب من الهواء وهو معترض له ٢ سم^٣ في كل
١٠٠ سم^٣ من الماء في درجات الحرارة المعتادة على أن قابلية غاز الاستصباح للذوبان
أقل من قابلية الهواء لها .

ولما كان ماء الصبور يسخن لاجراج الهواء المذاب فيه لزم أن يكون الهواء أقل
قابلية للذوبان في الماء الساخن منه في البارد ، ويرى عند فتح زجاجات ماء الصودا
أن غازا كثيرا يصعد وإذا تركت زجاجة مفتوحة مدة لا تظهر في السائل فقاع أخرى
ولكن إذا أدفئ يصعد مقدار آخر منه وتلنا هذه الأمثلة على الحقيقة العامة المختصة
بالغازات وهي أنها تصير أقل قابلية للذوبان كلما رفعت درجة الحرارة وهي خصية
تخالفها فيها أكثر الأجسام الصلبة .

أسئلة على الباب الأول

- (١) إذا كان لديك جسم صلب فاشرح ماذا تفعله لبيان قابلية ذوبانه في الكحول ؟
- (٢) اشرح طريقة تجهيز الماء المقطر وارسم شكل الجهاز المستعمل في المعمل لهذا الغرض واذا كركيف يستعمل ؟
- (٣) كيف تستدل على وجود غاز مذاب في ماء الينابيع ؟ اشرح كيف يمكنك ازاله هذا الغاز المذاب ؟
- (٤) إذا انفصل سائلان تدريجيا بعد رجهما معا وكوونا طبقتين مختلفتين فما الذى تفعله لتعرف هل ذاب أحد السائلين في الآخر ؟
- (٥) كيف تعين قابلية جسم صلب للذوبان في الماء ؟
- (٦) ما معنى كلمة "محلول مشبع" ؟ اشرح ما تفعله لاعداد محلول مشبع بملح البارود في الماء .
- (٧) اشرح كيف يختلف ماء البحار والأمطار والينابيع في التركيب ؟
- (٨) كيف تتحقق أن في عينة من الماء مواد صلبة مذابة ؟
- (٩) ما المحلول المشبع ؟ اشرح بالدقة ما تفعله : (١) لتجهيز محلول مشبع بملح الطعام في الماء في درجتى صفرو مائة مئوية على الترتيب ؛ (ب) لتعيين قابلية ذوبان الملح في الماء بالدقة في الدرجتين المذكورتين باستخدام المحلولين اللذين جهزتهما .
- (١٠) ميز المواد المعلقة في الماء من المواد المذابة فيه واذا كركيف تجعل الماء صالحا للشرب : (١) اذا كان عكرا ؛ (ب) اذا كان مررا أو كان ملحا .
- (١١) ما التجارب البسيطة التى تعملها لتمييز الماء المقطر من ماء الصنبور العادى ؟
- (١٢) إذا أعطيت مقدارا من الجبس وأردت تعيين قابليته للذوبان في الماء في درجة ٢٠ مئوية فاشرح بالتفصيل ما تعمله لذلك .
- (١٣) إذا أعطيت عينة من الماء المكر فكيف تبين أن فيه ملحا مذابا ؟ وكيف يحصل منه على الماء النقي ؟
- (١٤) ارسم شكل جهاز يستعمل لتقطير مقادير قليلة من الماء واذا كركيف الغرض من تقطير المياه .
- (١٥) من المشهور أن في ماء البحر الرائق ملحا ذائبا فكيف تحصل على عينة من الملح منه ؟ وكيف تعين وزن الملح الذى في لتر منه ؟

تمارين عملية

- (١) قارن بين مقادير الأجسام الصلبة المذابة في ماء مقطر وماء مطروء وماء نبع وماء نهر ، وإذا لزم رشح السوائل لإزالة الأجسام الصلبة المعلقة فيها فافعل .
- (٢) عتّن قابلية بلور الشب وكلو رور الكلسيوم للذوبان في درجة حرارة المعمل بطريقة تدريب (٩ ، ١) .
- (٣) قارن بين قابلية ذوبان كلورور الألمنيوم في درجة حرارة ٢٠ و ٤٠ و ٦٠ و ٨٠ مئوية متبعا الطريقة المبينة في تدريب (٩ ، ١) وبين النتائج بالرسم البياني .

الباب الثاني - التبلور

(٥) البلّور وتكوينه

تدريب ١٢ - فحص أنواع البلورات .

- (١) استعوذ على ما أمكنك من أنواع البلورات الآتية وهي : الملح الصخري ، والكوارس ، والفلورسبات ، والجالينا ، والكلس ، والشب ، وشب الكروم ، والجلبس ، والباريت (السبات الثقيل) ، وكوارات البوماسيوم . خذ بلورات جيدة من كل نوع بشرط أن تكون جميع أوجهها مستوية غير مكسرة وغير خشنة وإذا كرهل لها شكل هندسى معين كالمكعب وأنواع المنشورات مثلا ؟ ثم انظر هل البلورات التي من مادة واحدة تتسا به بعضها بعضا من حيث الشكل مع اختلافها في الحجم ؟



(شكل ٩) بلور الملح الصخري

- (ب) قارن بين عدة بلورات جيدة متحدة المادة ولاحظ مقدار زوايا ميل أوجهها بعضها على بعض وتس هذه الزوايا في بلور الملح الصخري والجالينا والكلس .

(ح) أشيع كمية قليلة من الماء بمسحوق ملح الطعام وضع قطرات من المحلول على زجاجة ساعة وأتركها تجف تدريجاً في مكان دافئ وبعد أن يجف نصف السائل تقريباً اختبر أطراف ما بقي منه بواسطة عدسة أو مكروميكوب ليس في درجة عظيمة ثم قارن ما ترى من البلورات الصغيرة بالبلورات الكبيرة للسادة نفسها .

(د) اخضع نماذج من الزجاج والسليس وشم الخشب والفسفور الأحمر وبين كيفية اختلافها عن المواد التي سبق شرحها في تدريب (١٢ ، ١٤) ، وإذا وجدت للزجاج شكلاً هندسياً فبين هل هو طبيعي أو صناعي ؟

(هـ) احضر محلولاً مشبعاً بالشب في درجة حرارة تزيد على درجة حرارة الجهرة خمس درجات مئوية تقريباً وأتركه إلى أن تتبدى البلورات في التكون ثم اخضع البلورات وانتق بلورتين من أحسن الأشكال ثم ردهما إلى المحلول وأضعا إحداهما في قعر الدورق كما كانت ومعلقاً الأخرى بخيط أو بشعرة حصان معقودة بمود كبريت موضوع على فوهة الدورق وأتركهما بضعة أيام وفي أثناء ذلك جهز محلولاً آخر مشبعاً في درجة ٧٠ مئوية ويزده بسرعة بماء من الصنوبر يحد على سطح الدورق الذي فيه المحلول ثم خذ بعض البلورات وجففها في ورق التنشيف وقارنها بالبلورات التي نمت بيطة . وأنظر أيهما أكبر وأحسن تكويناً وكذلك قارن البلورة التي نمت على شعرة الحصان بالبلورة التي تكوّن في قعر الدورق وإذا كر سبب أي فرق تجمده بينهما واحتفظ بالبلورات لاستعمالها في المستقبل .

(و) اختبر أطراف عود من الخارصين جديدة الكسر وصف ما يظهر لك من البلورات وارسم وقارن ذلك بما تراه في عود من الصودا الكاوية المكسورة كسراً جديداً .

تنبه — لا ينبغي أن تلمس الصودا الكاوية أكثر مما تستوجب الضرورة ويجب ردها إلى قنابعتها بأسرع ما يمكن .

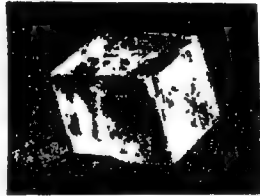


(شكل ١٠) بلور الشب

المواد البلورية — إذا أخذ الجسم شكلاً هندسياً ثابتاً كال مكعب أو ذى الثمانية الأوجه فإنه يسمى "بالبلور" ولا يطلق هذا الاسم على كل مادة تسبك وتصاغ على أشكال هندسية كالزجاج الصلب مثلاً والأحجار الكريمة كالسما قد تسوى على أشكال هندسية مغايرة لأشكالها الطبيعية، ولنا لنجد كثيراً من المواد المستعملة دائماً على أشكال بلورية كالسكر والملح

والباج ، وباستعمال عدسة نرى أن كثيرا من الصخور كالجرايت مكون من بلورات كما يمكن أن نرى بلورات فلز الخارصين أحيانا على سطح الحديد المكلفن أى الصاج المفلى بطبقة رقيقة من الخارصين .

ويدل فحص كثير من المواد كالكوارس (شكل ١٠٥) والملح الصخري (شكل ٩) على أن البلورات هى أجسام راتقة شفافة مع أنها أحيانا ملونة وتشكل بأشكال متنوعة كالمكعب كما فى الملح الصخري وذى الثمانية الأوجه كما فى الشب وكالمشور السداسى كما فى الكوارس الذى ينتهى عند أطرافه بهرم ذى ستة أوجه وكالمين الأوجه كما فى الكلس (شكل ١١) وهناك أشكال أخرى أكثر تعقيدا فى شكلها كالزاج الأزرق (شكل ١٢) ومن أنواع البلورات ما هو معتم كالجاليا والبيريت (شكل ١١٢) .



(شكل ١١) طور الكلس



(شكل ١٢) طور الزاج الأزرق

ويختلف عن الأجسام السابقة اخلافا كبيرا مواد أخرى لا تشكل لها كالرخام وحجر الصوان ونغم الخشب وتسمى "غير المتبلورة" أى التى لا شكل لها .

نمو البلور — قليل من البلور يظهر فى شكله الهندسى المخصوص تماما إذا لامس أثناء نموه أجساما أخرى ، فالبلور الذى يتكوّن على سطح مستو كقعر دورق يكاد نموه نحو الجانِب الاصق بالفعر يكون معدوما وبذا تراه أكثر فرطحة مما ينو معلقا فى المحلول وإذا ازدحت البلورات منع بعضها نمو بعض وإذا جُل محلول مركز من الملح فى حرارة عالية وبُرِد بسرعة ترى البلورات صغيرة لأنه لم يمض عليه الوقت الكافى لنموها وتراها أيضا مستوية الشكل لأن بعضها يعترض طريق بعض وهذه الطريقة يكون ملح طعام المائدة ويختلف ذلك البلورات الكبيرة فانها تتكوّن وتمو ببطء عظيم كالمح الصخري والكوارس وغير ذلك .

وللحصول على بلورة كبيرة منتظمة الشكل يصنع محلول كما هو مبين بتدريب (١٢، هـ) فيه من الجسم أكثر بقليل مما يمكن أن يذوب في المحلول في درجة حرارة الحجر وتبقى في المحلول بلورة صغيرة منتظمة الشكل معاملة في شعرة حصان أو خيط وقد حصل بهذه الطريقة على بلورة الشب الكروى (شكل ١٣) .



(شكل ١٣)
بلورة شب الكروم

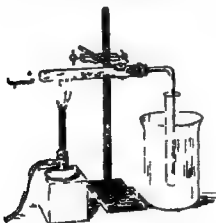
كل الأجسام ، إلا قليلا ، يمكن تبلورها وكذلك يمكن اعتبار المواد غير البلورية كالزجاج مثلا وسائل ناعمة لزجة تنسب القار أو الشمع الأحمر للذان يسيلان إذا تركا مدة طويلة من الزمن مع أن كلا منهما يظهر أنه صلب والمقدار اللازم من الحرارة لتلين الزجاج وجعله مماثلا لسائل لزج قليل إذا قورن بغيره ، ومن المتعذر إيجاد درجة حرارة محدودة عندها يتحول الزجاج من صلب الى سائل أو بالعكس .

(٦) في المواد المتبلورة

تدريب ١٣ — تأثير الحرارة في البلورات .

(أ) سخن جانبا من بلورات الشب في أنبوبة اختبار صغيرة ووصف المواد التي حصلت عليها بعد التسخين .

(ب) اجتهد في أن تستخرج السائل الذي ينتج من تسخين الشب وذلك بأن تلوى أنبوبة من الزجاج طولها نحو ٢٠ سم وتجعلها على شكل زاوية قائمة (شكل ١٤) بشرط أن يكون طول أحد ذراعيها كافيًا لأن يدخل في سداد من الصمغ المرن وأن يكون السداد مثبتا تماما في فوهة أنبوبة اختبار جافة مملوءة الى نصفها بالشب المسحوق ويكون الطرف الآخر للأنبوبة



(شكل ١٤) تأثير الحرارة في بلور الشب

داخل أنبوبة اختبار ثانية مجففة . برد هذه الأنبوبة الأخيرة في الماء (شكل ١٤) واقبض على أنبوبة الشب بمقبض حامل واجعلها متحدرة قليلا عند الفوهة ثم أدفئ الشب رويدا رويدا محركا المصباح دائما حتى لا يسخن جزء أكثر من غيره وبعد قليل زد تسخينه الى أن يمتنع في الأنبوبة المبردة نحو ٣ أو ٤ سم من السائل .

(ح) أوجد درجة حرارة غليان هذا السائل بالطريقة المذمومة في الباب الثالث (تدريب ١٨ ، ١) ثم ضع الترمومتر في الأنبوبة التي فيها السائل واجعلها في مخلوط من الجليد والملح حتى يجمد ثم اترك أنبوبة الاختبار من المخلوط المتجمد وأوجد درجة حرارة انصهار السائل المتجمد كما هو مبين بتدريب (١٧ ، ب) .

والآن عيّن اسم السائل الحاصل بالتسخين بعد الذي علمت .

(د) لأجل أن نتحقق صحة ما قوتت سخن الشب في وطء الى أن يزول السائل الذي فيه وأذب المسحوق المخفف في قليل من الماء واجتهد أن تحصل من المحلول على بلورات بكلورات الشب العادى .

(هـ) من هذه المعلومات حقق هل بلورة الشب مادة واحدة أو عدة مواد مجتمعة ؟

(و) سخن في أنبوبة اختبار بلورة الملح الصخرى واذا كر كيف تختلف عن الشب عند تسخينها . وكذا سخن ملح البارود وبيّن أوجه الشبه والاختلاف في تأثير الحرارة فيه وفي الشب واذا ذكر أسباب استنتاجك .

(ز) ابحت في تأثير الحرارة على الزاج الأزرق واستخرج السائل الذي يفقده عند تسخينه وعينه ثم بيّن التأثير الذي يحدث في الزاج الأزرق من ضياع هذا السائل وعزز قولك بالدليل العملى .

جهز نموذجاً من مسحوق الزاج الأزرق المعتاد الذى تكون في (ز) ، وبيّن أخيراً هل سلك الزاج الأزرق مسلك الشب أو الملح الصخرى أو ملح البارود عند تسخينه ؟

(ح) أحضر بلورات المواد الآتية التى يجب أن تكون قد وضعت في مكان دقّ أو جففت بحرارة قليلة جداً ، وهى : الملح الانجليزى ، والصودا المستعملة في الغسيل (بلورات كربونات الصوديوم) ، والزاج الأخضر ، والجلس ، وكلورات البوتاسيوم ، والباريت ، وبقدر ما يسمع الزمن سخنها وعين نوع السائل الذى في كل منها اذا كان هناك سائل واذا كر هل تنصهر بسهولة عند تسخينها ؟

تدريب ١٤ — النقص في وزن الملح الانجليزى عند تسخينه — عين النقص الذى يحدث في الملح الانجليزى وذلك بأن تزن كمية تساوى جراماً تقريبا وتضعها في بودقة صغيرة وتسخينها (شكل ١٥) تسخيناً يسيراً أولاً ثم يشتدّ التسخين مدة ١٠ دقائق

تقريبا ثم زن البودقة عند ما تبرد وسخنها ثانيا ثم زنها وحينما يبلغ الوزن هذه الأقصى في التقصان عتين مقدار التقص واحسبه في ١٠٠ جرام من الملح المستعمل .

ماء التبلور — لا يكون تأثير الحرارة في أنواع البلورات المختلفة واحدا فبعضه كالبورق أو الشب ينصهر بسهولة ويغلي اذا زدت تسخينه وبعضه كالح البارود لا ينصهر إلا بعد أن ترفع درجة حرارته كثيرا وبعضه كالملح الصخري عسير الانصهار حتى أن الزجاج الذي يسخن هو فيه أسهل منه انصهارا ، ويلاحظ في حالات مخصوصة أنه عند



(شكل ١٥)
بودقة فرن مصباح بزن

التسخين يتجمع سائل رائق على الجوانب الباردة للأنبوبة ، ويمكن تكثيف هذا السائل وجمعه في أنبوبة ثانية (شكل ١٤) ، ويلاحظ أن مظهره ودرجتي حرارة الغليان والجمد فيه كما في الماء سواء ويسمى هذا السائل "بماء التبلور" وهو في كثير من البلورات المعروفة ويسمى الجسم الجفاف الذي يبقى بعد التسخين "باللامائي" . وإذا أديب هذا الجسم في الماء أمكن الحصول منه ثانيا على بلورات فيها ماء .

على أن هناك موادا كثيرة لا تحتوى على ماء التبلور كالح الصخري ولاح البارود وبعض هذه المواد لا يتغير بالتسخين وبعضها ينصهر بسهولة إلا أن السائل الذي ينتج لا يحتوى على ماء فليس إذن من الضروري وجود ماء التبلور في البلورات ومع ذلك فجميع الأجسام التي تكون بلورات بها ماء التبلور يمكن الحصول عليها في شكل بلورى مجزأ من هذا الماء ، فنلا المادة اللامائية الناتجة من تسخين الزجاج الأزرق يمكن الحصول عليها في شكل بلورى أبيض يكاد يكون عديم اللون، وهذا مثال من الأمثلة الكثيرة التي فيها يتوقف لون البلور على ماء التبلور الذي فيه كما ترى من فقد الزجاج لونه الأزرق بعد طرد هذا الماء منه ، ولا يمكن أرجاع لونه إلا إذا أديبت المادة اللامائية في ماء وتبلورت ثانية ، وهنا يجب أن نعلم أن الماء ليس جزءا ضرورى الوجود في جميع أنواع البلورات .

(٧) التميع والتزهر

تدريب ١٥ — المواد التي تمتص الماء .

(١) زن في زجاجة ساعة جانبا من بلورات كلورور الكلسيوم وغطها بقطعة ورق لمنع التراب واتركها بضع ساعات ثم زنها ثانية واختبر شكلها واذكر سبب ما ترى من

التغير في الوزن واذكر أيضا هل ينتج التغير في شكل البلورات الجلفة إذا تركت في زجاجة صغيرة جافة محكمة الاقفال ؟ وبعد تركها كذلك مدة اقصا ثم أدخل في الزجاجة قطعة من الورق مندأة بالماء بحيث لا تمس البلورات واقلل الزجاجة ولاحظ التأثير الذي يحدث في البلورات بعد بضع ساعات، واذكر ما نوع السائل الذي يتراكم على البلورات عند تركها معرضة للهواء النخالص ؟

نتيجه — يجب تناول زيت الزاج بالفة والاحتاء ولا ينبغي مجال أن يمس الجلد أو الملابس أو كفة الميزان أثناء استعمالها .

(ب) زن في كوب بعض ستليمترات مكعبة من زيت الزاج المركز (حامض الكبريتيك) وغطها بورقة وزنها ثانية بعد بضعة أيام واذكر كيف تعلل التغير في الوزن ؟

تدريب ١٦ — البلورات التي تفقد ماء التبلور — انتق جانباً من بلورات الشب تام الشفوف وزنه في زجاجة ساعة واتركه في الهواء مغلى بغطاء خفيف من الورق لمنع التراب وبعد أيام اقصه ولاحظ التغيرات التي حصلت في وزنه ومنظره ثم قارن المسحوق الأبيض الناشئ بالمسحوق الذي نتج من تسخين بلورات الشب وابحث هل يحدث التغير في مظهر البلورات ؟ (١) بوضعها وحدها في زجاجة مقفلة ؛ (٢) بوضعها في زجاجة مقفلة مع كلورور الكلسيوم الجفاف من غير ملامسة، وليكن اختبارك للادتين بعد بضعة أيام ثم اذكر ما حصل لكلورور الكلسيوم ؟ ومن هنا يتبين ما يحدث إذا تركت بلورات الشب والصودا المستعملة في الغسيل في الهواء .

المواد المتصمعة والمتزهرة — قليل من البلورات يبقى من غير تغير إذا ترك معرضاً للهواء فبعضها مثل كلورور الكلسيوم يتبل ويذوب في السائل الذي يتراكم حوله ويضم من هذا التغير زيادة يتي في وزن الجسم ولا يحدث هذا إذا وضع الجسم في زجاجة جافة محكمة الاقفال ولكن إذا وضعت قطعة من ورق التنشيف مندأة بالماء في الزجاجة فإن التغير يحدث في الحال فيظهر أن هذه البلورات تمتص الماء من الهواء الذي فيه شيء من الرطوبة دائماً، ويقال في هذه الحالة إن المادة تبتجع ويشترك مع هذه الأجسام في خصية امتصاص الماء من الهواء بعض السوائل كزيت الزاج .

وهناك بلورات أخرى تفقد برقيها وتبيض أو تشهب إذا عرضت للهواء كما تفقد بعض وزنها، فيقال أنها تتزهر وجميع البلورات التي من هذا النوع تحتوى على ماء التبلور، فتتلا بلورات الصودا المستعملة في الغسيل لا تتغير إذا وضعت في زجاجة مقفلة ولكنها

تفقد برقتها إذا وضع معها كلورور الكالسيوم الذى يتبدى فى أن يتجمع فى الحلال ، ومن حيث إن التجمع ناتج من امتصاص كلورور الكالسيوم للماء يرى أن التزهير ناتج من فقدان الماء فكل بلورة تتزهى تحتوى على ماء التبلور .

أسئلة على الباب الثانى

- (١) ما معنى كلمة ماء التبلور ؟ وكيف يمكن الاستدلال على وجوده فى البلورة ؟
- (٢) وضع توضيحا تاما الفرق بين الأجسام المتبلورة والأجسام غير المتبلورة واذكر أمثلة لكل منهما وبين الفرق الذى تشاهده بينهما عند تسخينهما .
- (٣) إذا سخنت بلورات الزاج الأزرق انقسمت الى أجسام صلبة بيضاء وسائل عديم اللون فكيف تملل هذا التغير ؟ اشرح الطريقة التى بها يمكن الحصول على بلورات زرقاء مرة ثانية من الأجسام الصلبة البيضاء .
- (٤) اذكر جسمين تحتوى بلوراتهما على ماء التبلور وبين السبب فى ظهور مسحوق أبيض على سطح بلورات الصودا المستعملة فى الغسيل مثلا بعد تعرضها للهواء ثم اذكر جسمين متتبعين ووضح معنى كلمة "تتبع" .
- (٥) ما السبب فى كون كلورور الكالسيوم المنصهر يستعمل فى تجفيف الهواء وبعض غازات أخرى ؟

تمارين عملية

- (١) افحص المواد الآتية وبين هل هى متبلورة أم لا ؟ وهى : البورق ، والجير ، والطباشير الفرنسى ، والرغام ، وكبريت العمود ، وزهر الكبريت ، والنشا ، والدقيق ، والجرايت ، والخفاف ، والمرتك الذهبى .
- (٢) سخن المواد الآتية واذكر هل تحتوى على ماء التبلور أم لا ؟ وهى : الكلس ، وكبريت العمود ، وملح النشادر ، والكوارس ، والجرايت ، وكلورور الكالسيوم والمرتك الذهبى .
- (٣) هل المواد الآتية مقيمة أم مترهرة ؟ وهى : الصودا المستعملة فى الغسيل ، والزاج الأزرق ، وملح الطعام ، والصودا الكاوية ، وملح جليوير .
- (٤) اجتهد أن تحصل على بلورات كبيرة منتظمة من الزاج الأزرق والشب الكروى .

الباب الثالث - الخواص الطبيعية للمواد

تحقيق ذاتية المواد بواسطة خواصها الطبيعية

أهمية علم الطبيعة لطلاب الكيمياء — مع أن موضوع هذا الكتاب هو الكيمياء يرى الطالب في كل صفحة من صفحاته تقريرا عبارات مثل "الخواص الطبيعية" و"التغير الطبيعي" وهكذا وليس بعسير أن نفهم سبب تدخل علم الطبيعة في الكيمياء بهذه الكيفية فإن العلوم على وجه العموم تنقسم الى مباحث عدة ليتسنى تحصيل ما نريد معرفته بسهولة ، فترى أن علوم الطبيعة العامة تنقسم الى أقسام مختلفة كعلم النبات ، وعلم الحيوان ، وعلم طبقات الأرض ، ومن هذه الأقسام علم الطبيعة وعلم الكيمياء وهما وإن كانا من أقسام الطبيعة العامة يمكن تسميتهما "علمي الطبيعة" تمييزا لهما عن العلوم المختصة بالطبيعة الحية في أشكالها المختلفة على أننا مهما قسمنا معارفنا في الطبيعة فالطبيعة نفسها تأتي هذا التقسيم ، فبينما ينقب الباحث في علم طبقات الأرض عن تاريخها إذ يعثر في الصخر على بقايا النباتات والحيوانات فيضطر الى أن يضيف الى معارفه في هذا الموضوع معلومات تتعلق بعلم النبات والحيوان وليس هذا كل ما في الأمر فإن بعض الجيولوجيين ينصبون أنفسهم لتعرف الحفريات النباتية وبعضهم ينقطع لمعرفة الحفريات الحيوانية وهكذا ترى أن كثيرا من الحقائق التي تختص بعلم الطبيعة وحده نافعة جدا في علم الكيمياء ، فكون الزجاج مثلا غير قابل للذوبان في أكثر السوائل وكون درجة حرارة انصهاره عالية مما يختص بعلم الطبيعة ولكن كل طالب من طلاب الكيمياء يجب أن يعرف ذلك وإلا ما حفظ السوائل في قنينات زجاجية ولما سخن المواد في أنابيب من الزجاج .

وعلم الطبيعة يعم في معرفة علم الكيمياء فإذا كشفت مادة جديدة لزم وصفها تماما حتى يمكن تحقيق ذاتيتها ومعرفتها وما وصف المادة إلا سرد خواصها الطبيعية كاللون والشفوف والشكل البلوري واليئس وما شاكل ذلك ، على أن قولك إن هذه المادة صلبة أو سائلة أو غازية إنما هو حقيقة طبيعية كما لو قلت إن الزجاج جسم عديم اللون شفاف يابس غير متبلور .

المقادير الطبيعية الثابتة — وصف الخواص الظاهرة لا يكفي لتحقيق ذاتية المادة ولكنه يسهل ذلك كثيرا إذا علمنا مقاديرها الطبيعية الثابتة أى خواصها الطبيعية

التي يمكن تقديرها والتعبير عنها بالأعداد كالكثافة في الجسم الصلب ودرجة حرارة الغليان في السائل ولقد سبق في تدريب (١٣، ج) صفحة (٢٠) أن استخدمنا المقادير الطبيعية الثابتة للسائل الشفاف العديم اللون الذي نتج من تسخين بلور الشب لأنه لما كان هناك سوائل كثيرة شفافة عديمة اللون لزم لتحقيق ذاتية هذا السائل أن تماس بعض مقاديره الطبيعية الثابتة وهي الكثافة ودرجات حرارة غليانه وانصهاره بعد تجده ولما وجد أن كثافته هي الوحدة وأن درجة غليانه هي ١٠٠° مئوية تقريبا وأن درجة انصهاره بعد التجمد هي الصفر المئوي علمنا أن هذه هي المقادير الطبيعية الثابتة للـء ، ويمكن تحقيق ذاتية أكثر السوائل باستعمال طرق مشابهة لهذه وتحقيق ذاتية الأجسام الصلبة بكثافتها ودرجة حرارة انصهارها وقابليتها للذوبان في بعض السوائل أو بشكلها البلوري في بعض الحالات ويمكن أيضا تحقيق ذاتية الغازات بكثافتها وقابليتها للذوبان وفي الأحوال التي يتحول فيها إلى سوائل .

ولا نريد في هذا المقام أن نشرح طرق إيجاد المقادير الطبيعية الثابتة المألوفة لمن تعلم شيئا من الطبيعية وإنما نستثنى من ذلك طرقا خاصة واجبة الاستعمال في الكيمياء كطريقة إيجاد درجة حرارة غليان سائل موجود منه كمية صغيرة جدا وكطرق أخرى لا ينتظر أن يعرفها من يتلقى دروسا ابتدائية في الطبيعة وذلك كطريقة إيجاد كثافة الغازات أو إيجاد قابلية ذوبانها .

(٨) الطرق العملية في تحقيق ذاتية الأجسام الصلبة والسوائل

تدريب ١٧ — تعيين درجة حرارة الانصهار .

(أ) اخلط جليدا مجروشاً بمقدار من الملح في اناء صغير أو في كوب وغط مستودع الترمومتر بالمخلوط وأقرأ درجة الحرارة ودون ما شاهدت ويسمى المخلوط الذي صنعتَه "المخلوط المبرد" .

(ب) انتق قطعة من الفلين تصلح لسد أنبوبة اختبار واثقها ثقباً مناسباً ينفذ منه ترمومتر بحيث يصل إلى قعر أنبوبة الاختبار تقريبا ثم صب في الأنبوبة مقدارا من الماء المقطر يكفي لتغطية مستودع الترمومتر وضع الأنبوبة في المخلوط المبرد وبذا تجمد الماء المقطر ولا حظ درجة الحرارة من حين لآخر .

وبعد أن يجمد جميع الماء سخن قعر أنبوبة الاختبار بيدك حتى تنفصل قطعة الجليد الاسطوانية ويمكن رفعها عاتمة بالترمومتر وفي أثناء انصهار الجليد في الهواء لاحظ درجة الحرارة .

(>) نحن أنبوبة اختبار في وسطها بلهب البورى وقلها دائما بسرعة الى أن يصير الزجاج لنا في جميع أجزائه ثم اصحب الزجاج اللين بخفة في الأول ثم مُطَّه بسرعة الى أن ينسط ذراعاك وجزئ الأنبوبة الدقيقة الحادثة الى أجزاء كل منها ١٠ سم تقريبا ثم أذب قطعة صغيرة من شمع البرامين في جفنة واغمس طرف إحدى الأنبوب الدقيقة فيه واترك الشمع يجمد في الأنبوبة ثم ضع كُوبيا فوق حافة الحامل المفصل بعد أن تضع فوقها شبكة معدنية لتسخين الكويب من تحت هذه الشبكة (شكل ١٦) واملأ الكويب الى منتصفه بالماء وأدخل فيه مستودع الترمومتر وثبته في مكانه بحاجس مركب في الطرف الأعلى من الحامل المفصل ثم ألصق أنبوبة شمع البرافين بساق الترمومتر بحيث تنغرس في الماء وربما تلتصق بالساق بنفسها اذا كانت مبللة بالماء والاذنتها في مكانها بحلقة رفيعة من الصمغ المرن وجهاز محركا منحنيا من قضيب من الزجاج وحرك به الماء على الدوام .



(شكل ١٦)
تعيين درجة حرارة الانصهار

نحن الماء تسخينا بطيئا على نار ضعيفة وحركه حتى تكون درجة حرارة اجزائه واحدة وراقب الشمع مراقبة فلذا ما رأيته أخذنا في الانصهار فاقرا درجة الحرارة حالا وأبعد النار فلذا لم ينصهر الشمع جميعه فلاحظ درجة الحرارة التي ينصهر فيها عن آنره ودون النتيجة هكذا :

درجة حرارة انصهار الشمع البرافين = 0.00° مئوية

(<) استخدم الجهاز السابق في ايجاد درجة حرارة انصهار الكبريت وامنعمل الجليسرين بدلا من الماء الذي يغلي في درجة أقل من درجة انصهار الكبريت .

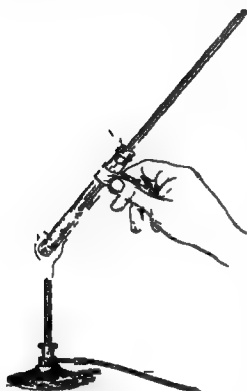
تدريب ١٨ - تعيين درجات حرارة الغليان .

(١) كَوْن أربع حرّات عميقة على طول الفايبر المستعمل في جهاز تعيين درجة الجهد وذلك بعد أن تنزع الترمومتر منه (شكل ١٧) ثم رد الترمومتر الى مكانه بحيث يكون المستودع في منتصف أنبوبة



(شكل ١٧)

تعيين درجة الغليان في تدريب (١٧) مكانه بحيث يكون المستودع في منتصف أنبوبة



(شكل ١٨)

تميز درجة حرارة على سائل

الاختبار بعد وضع الفلين في قوتها (شكل ١٨) ولف حول مستودع الترمومتر قطعة صغيرة من القطن المنذوف وضع قليلا من السدجترات المكعبة من الماء المقطر في أنبوبة الاختبار وأضف الى ذلك قطعة من الطعل ليسهل انتظام الفلين ويمنع الأنبوبة على لمب ضعيف الى أن يغلي الماء ويصعد البخار من حرارت الفلين وهنا اقرأ درجة الحرارة بضبط .
(ب) خذ قليلا من الخل وأوجد درجة حرارة غليانه بالجهاز المستعمل في تدريب (١٨ ، ١) لنفس الغرض .

(ج) عين درجة حرارة غليان الكحول التجاري بالطريقة عينها .

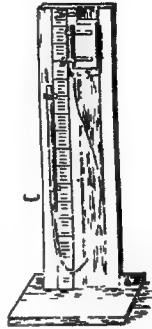
درجات حرارة الانصهار والغليان — شرحنا الطرق التي بها يمكن إيجاد درجة حرارة انصهار الأجسام الصلبة ودرجة غليان السوائل اذا وجدت منها كميات صغيرة فقط ويمكن غالبا تعيين هاتين الدرجتين التابقتين بمقدار واحد من المادة لأن الجسم يمكن صهره أولا ثم إيجاد درجة حرارة غليان السائل الحاصل وكذا يمكن تجدد السائل أولا بوضعه في مخلوط مبرد ثم إيجاد درجة الحرارة التي يذوب فيها الجسم الجامد .
وقد يسر في الغازات إيجاد هذه المقادير الثابتة لأن كثيرا من المعروف منها اذا أريد إسلانه يحتاج الى درجات حرارة منخفضة جدًا حتى يتعسر الوصول اليها في المعامل العادية وفي مثل هذه الحالة تُعَيَّن كثافة الغاز أو قابليته للذوبان في سائل كالماء ويرى الطالب فيما يلي شرح طرق إيجاد كثافة الهواء وغاز الاستصباح وقبل البدء في ذلك يجب أن نعرف ما يطرأ على الغازات من التأثير بسبب تغير الضغط ودرجة الحرارة .

(٩) قياس حجم الغازات

تأثير تغير الضغط على حجم الغازات — يمكن بحث نتيجة تغير الضغط الواقع على الغاز بالطريقة الآتية وهي : توصل الأنبوبة الزجاجية أ ب المسدودة في أحد

طرفها بالأنبوبة الثانية ح و المفتوحة في كل من طرفها بواسطة أنبوبة سميكة من الصمغ المرن وتتملاء الأنابيب زيتقا ويكون كل من أ ب ح و في وضع رأسى كما في (شكل ١٩) بشرط أن يكون في الأنبوبة أ ب مقدار معين من لهواء .

وتوضع الأنبوبة ح و بحيث يكون سطح الزئبق فيها محاذيا لسطح الزئبق في الأنبوبة المقفلة أ ب التى يكون الهواء المحبوس فيها إذ ذاك واقفا تحت الضغط الجوى ويقاس هذا الضغط بارتفاع البارومتر وتتنفذ ويدل عليه بكنا ستيمترات من الزئبق ويمكن اعتبار أن حجم الهواء الذى في أ ب مناسباً لطول الأنبوبة المملوءة به من غير خطأ كبير .



(شكل ١٩)
جهاز لقياس تآرجم الغاز
بسبب تغير الضغط

بعد ذلك ترفع الأنبوبة المفتوحة ح و حتى نفث الزئبق فيها عند مستوى أعلى من مستوى سطح الزئبق في المقفلة ويقاس الفرق بين المستويين بالدنة ، فالضغط الكلى على الهواء المحبوس يساوى الضغط الجوى مضاعفاً به ضغط عمود من الزئبق طوله يساوى المسافة بين سطحى الزئبق في الأنبوبين وهذا يقاس الطول المملوء بالهواء في الأنبوبة أ ب وعلى هذا النسب تؤخذ عدة مشاهدات أثناء حبس الهواء تحت ضغط أكبر من الضغط الجوى ثم تخفض الأنبوبة ح و حتى يصير سطح الزئبق فيها أخفض من سطح الزئبق في أ ب

وفى هذه الحالة يكون الضغط الواقع على الهواء أقل من الضغط الجوى ومساويا ارتفاع البارومتر مطروحاً منه الفرق بين سطحى الزئبق في الأنبوبتين وبعد أخذ عدة مشاهدات على مذ النمط تدون جميع النتائج فى جدول ويرى أنه اذا ضرب حجم الهواء المحبوس فى الضغط فالنتائج متساوية دائماً ولما زاد الضغط قل الحجم فالذا ضوعف الضغط نصف الحجم وإذا نصف الضغط ضوعف الحجم .

ويجب ألا تنسى أن الهواء الذى كان بالأنبوبة هو بعينه لم تتغير كتلته ولم تتغير درجة حرارته أثناء التجربة .

قانون بويل — هذه الحقائق كشفها "روبرت بويل" في سنة ١٦٦٢ وهى صحيحة تطبق على جميع الغازات مع شذوذ ويمكن التعبير عن قانون بويل هكذا :

حاصل ضرب حجم أى مقدار من الغاز فى الضغط الواقع عليه ثابت لا يتغير ما دامت درجة الحرارة ثابتة أو حجم أى مقدار من الغاز يتناسب مناسبة عكسية مع الضغط الواقع عليه ما دامت درجة الحرارة ثابتة . وهذا يوافق قولنا إن كثافة الغاز فى درجة حرارة معينة تناسب الضغط مناسبة طردية .

وبتطبيق قانون بويل يمكن إيجاد التغير فى حجم كمية ما من الغاز عند تغير الضغط .

ونفرض أن حجم الغاز الأصيل = C والضغط = P

فاذا كان C الذى هو الحجم تحت ضغط جديد = P'

$$\therefore C = P = C' = P' \text{ (كمية ثابتة)}$$

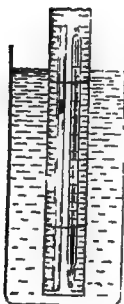
فتتلا لو فرضنا أن حجم كمية من الغاز يساوى ٣٦٠ سم^٣ تحت ضغط يساوى ٧٦ سم من الزئبق وأن الحجم = C تحت ضغط يساوى ٧٥ سم

$$\therefore ٧٦ \times ٣٦٠ = ٧٥ \times C$$

$$\therefore C = \frac{٧٦ \times ٣٦٠}{٧٥} = ٣٦٤,٨ \text{ سم}^٣$$

$$\therefore C = ٣٦٤,٨ \text{ سم}^٣$$

فيكون الحجم الجديد للغاز تحت ضغط يساوى ٧٥ سم من الزئبق هو ٣٦٤,٨ وللمقارنة بحجوم الغازات يجب البحث عن مقاديرها تحت ضغط يتخذ معيارا ويسمى "معدل الضغط" وقد اختبر لذلك ضغط ٧٦ سم من الزئبق يقل عنده الماء فى درجة ١٠٠ مئوية .



(شكل ٢٠)

جهاز ترمين تأثير تغير درجة الحرارة فى حجم الغازات

تأثير درجة الحرارة فى حجم الغازات — تتمدد الغازات وتتكشف كغيرها من المواد عند تسخينها وتبريدها ، فتتلا نفرض أننا نجزئنا بواسطة خيط دقيق من الزئبق مقدارا معلوما من الهواء فى أنبوبة ضيقة أفقى أحد طرفيها (شكل ٢٠) فلقياس حجم هذه الكمية يقاس طول الأنبوبة المملوءة بالهواء قربط هذه الأنبوبة

بقياس ويوضعان في إناء ماء ويوضع معهما ترمومتر لضبط تغير درجة الحرارة على حسب ما يراد ولقد يرى أن الهواء يتمدد بقدر $\frac{1}{273}$ من حجمه في درجة صفر مئوية كلما رفعت درجة الحرارة درجة واحدة مئوية ، فالهواء الذي يشغل ٢٧٣ سم^٣ في درجة الصفر المئوي يصبح حجمه ٢٧٤ سم^٣ في درجة ١ مئوية ويتضاعف هذا الحجم أى يصبح ٥٤٦ سم^٣ في درجة ٢٧٣ مئوية ، وكلما ينكش الهواء بمقادير متساوية من حجمه كلما نقصت حرارته درجة واحدة مئوية تحت الصفر فالجسم المذكور آنفا ٢٧٢ سم^٣ في درجة ١ مئوية و ٢٦٣ سم^٣ في درجة ٢ مئوية و ١٧٣ سم^٣ في درجة ١٠٠ مئوية .

وأول من لاحظ هذه الحقائق هو "شارل" وكشفها من بعده ثانية مواطنه العظيم "جاي لوساك" سنة ١٨٠٢ وهى تنطبق على جميع الغازات تقريبا لا على الهواء وحده .

درجة حرارة الصفر المطلق — اذا أمكن تبريد غاز حتى يصل الى درجة — ٢٧٣ مئوية وجب أن يصبح حجمه صفرا ولكن التجارب العملية حتى الآن لم تفجح في تبريد المواد الى درجة — ٢٧٣ مئوية بل جميع الغازات المعروفة تستحيل الى سوائل قبل أن تصل الى هذه الدرجة ولا حرج أن يقال مع ذلك ان الغازات — إلا القليل منها — تتمدد وتنكش بحسب تغير درجة الحرارة كأنما مجموعها تؤول الى الصفر كلما قربت درجة الحرارة من — ٢٧٣ مئوية ومعنى ذلك أن حجم الغاز مناسب لدرجة حرارته فوق — ٢٧٣ مئوية وتسمى هذه الدرجة بدرجة الصفر المطلق ، وعليه فدرجة الحرارة المطلقة لأى مادة هى الدرجة المقاسة من — ٢٧٣ مئوية أو من الصفر المطلق وعلى هذا القياس تكون درجة حرارة انصهار الجليد هى ٢٧٣ درجة مطلقة .

قانون شارل أو جاي لوساك — حجم الغاز مناسب لدرجة حرارته فوق الصفر المطلق فيمكن تقرير قانون شارل هكذا : حجم مقدار معين من الغاز مناسب متناسبة طردية لدرجة حرارته المطلقة ما دام الضغط ثابتا وبالرجوع الى درجات الحرارة المطلقة يسهل جدا تقدير التغيرات التى تحدث في حجم غاز ما بسبب تغير درجات الحرارة .

فاذا فرضنا أن ح يساوى حجم الغاز في درجة صفر مئوية أى ٢٧٣ مطلقة فحجمه في درجة ١٠٠ مئوية .

$$\text{أى فى درجة } ٢٧٣^\circ \text{ مطلقة يصبح } \frac{٢٧٣}{٢٧٣} \text{ ح}$$

وبالاختصار يمكن التعبير عن ذلك هكذا :

نفرض أن ح_١ يساوى حجم كمية من الغاز في درجة ١° وأن ح_٢ حجمها في درجة ٢°

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = \frac{2}{3} \quad \text{فيكون}$$

ولو فرضنا أن الغاز الذى حجمه ٣٦٠ سم^٣ في درجة ٢٧° مئوية يصير ح سم^٣ في درجة صفر مئوى

$$\begin{aligned} \therefore \quad \frac{300}{273} &= \frac{360}{\text{ح}} \\ \therefore \quad \frac{273 \times 360}{300} &= \text{ح} \quad \text{سم}^3 \\ \therefore \quad 327,6 &= \text{ح} \quad \text{سم}^3 \end{aligned}$$

يتخذ في مقارنة حجوم الغازات معيار للحرارة يسمى "معدّل الحرارة" وقد اتفق أن يكون درجة حرارة انصهار الجليد أى الصفر المئوى أو ٢٧٣° مطلقة .

تعيين حجم الغاز في معدّل الضغط ومعدّل درجة الحرارة — اذا أريد تعيين حجم كمية معينة من الغاز تحت ضغط جديد وفي درجة حرارة جديدة يمكن إجراء عملية تصحيح الضغط أولاً ثم عملية تصحيح درجة الحرارة وخير من هذا إجراء العمليتين في آن واحد وهالك مثالاً يبين الطريقة المستعملة .

المطلوب إيجاد حجم كمية من الغاز في معدّل الحرارة ومعدّل الضغط اذا كان حجمه في درجة ١٥° مئوية يساوى ٣٤٢ سم^٣ وضغطه ٧٤٠ مليمتراً من الزئبق .

لذلك نفرض أن ح يساوى الحجم في درجة صفر مئوية أى ٢٧٣° مطلقة وأن الضغط يساوى ٧٦٠ مليمتراً من الزئبق .

$$\begin{aligned} \therefore \quad \frac{740 \times 342}{273} &= \frac{760 \times \text{ح}}{273} \\ \therefore \quad \frac{273}{273} \times \frac{740}{760} \times 342 &= \text{ح} \\ \therefore \quad 315,7 &= \text{ح} \quad \text{سم}^3 \end{aligned}$$

قانون دالتن في الضغوط الجزئية — اذا وضع غازان معا فانهما يمتزجان امتزاجاً كلياً بحيث يكون المخلوط بنسبة واحدة في جميع أجزاء الاناء وهكذا مهما كان عدد الغازات المخلوطة ويمكن القول بأن كلا من هذه الغازات يملأ نفس الحيز الذى يملؤه

المخلوط جميعه في آن واحد، وفي هذا الحالة يكون ضغط المخلوط مساويا لمجموع ضغوط الغازات المنخفضة ، وأول من قرر هذه الحقيقة العالم الانجليزى الكبير "دالتن" وتعرف بقانون دالتن في الضغوط الجزئية .

وبفينا هذا القانون في تعيين الحجم الذى يشغله مقدار من الغاز الرطب اذا جفف تجفيفا تاما فعند جمع الغازات على الماء مثلا يكون الغاز مشبعا ببخار الماء وبذا يكون حجم الغاز الظاهرى مقدار كبير من هذا البخار لأن الماء يتبخر دائما حتى في درجات الحرارة المنخفضة فاذا أزيل هذا البخار فان ضغط الغاز الظاهرى يقل فيكون الحجم الحقيقى للغاز أقل من الحجم الظاهرى وقد أجريت تجارب عرف بها ضغط بخار الماء في درجات الحرارة المختلفة بالدرجة ، فاذا طرح هذا الضغط من الضغط الكلى للغاز الرطب ينتج ضغط الغاز الحقيقى وهذا الضغط المنخفض هو الذى يجب أن يكون قياسا للغاز نفسه .

فمثلا لو فرضنا أننا جمعنا ٣٠٠ سم^٣ من الهواء على الماء في غبار مدرج وأن درجة حرارة الماء كانت ١٥ مئوية وأن ارتفاع البارومتر كان ٧٥٢ مليمترا وأريد إيجاد حجم الهواء جافا في معدل الحرارة ومعدل الضغط يقال :

لما كان ضغط بخار الماء المشبع في درجة ١٥ مئوية يساوى ١٢,٧ من المليمترات فان ضغط الهواء جافا هو (٧٥٢ - ١٢,٧) من المليمترات أى ٧٣٩,٣ من المليمترات في درجة الحرارة ١٥ مئوية نسبيا ويمكن وضع هذا في صورة السؤال التالى : اذا كان حجم مقدار من الهواء في درجة ١٥ مئوية ونحت ضغط ٧٣٩,٣ من المليمترات من الزئبقى هو ٣٠٠ سم^٣ فما حجمه في درجة الصفر المئوى ونحت ضغط ٧٦٠ مليمترا من الزئبقى ؟

نفرض أن ح سم^٣ هو الحجم المطلوب

$$\frac{739.3 \times 300}{288} = \frac{760 \times \text{ح}}{273} \quad \text{فيكون}$$

$$\frac{739.3}{760} \times \frac{273}{288} \times 300 = \text{ح} \quad \therefore$$

$$\text{ح} = 276,7 \text{ سم}^3 \quad \therefore$$

(١٠) تحقيق ذاتية الغازات

تدريب ١٩ - تعيين كثافة الغازات .

(١) خذ دورقا سميكا من الزجاج سعته نحو نصف لتر وسمه سدا محكما بصمام من الصمغ المدن تنفذ منه أنبوبة قصيرة من الزجاج (شكل ٢١) ألصق بها أنبوبة

قصيرة أيضا من الصمغ المرن فيها محبس لولبي . صب في الدورق نحو ١٠٠ سم^٣ من الماء وأرجع الصمغ الى مكانه وبعد فتح المحبس لإغل الماء حتى يصعد البخار كثيرا مدة خيلتذ أبعث اللهب وأحكم إقفال المحبس في الحال . هل ترى في الدورق بعد أن يبرد شيئا آخر غير الماء ؟ أترك الدورق حتى يصير في درجة



(شكل ٢١)

دورق تدريب ١٩ (١)

حرارة الحجره ثم تسفه من الخارج وعلقه بجيظ من القطن على إحدى كفتي الميزان وبعد أن تميّن وزنه افتح المحبس فيدخل الهواء ويتغير الوزن ثم زن الدورق ثانيا ومن ذلك عين الزيادة في وزن الدورق ثم قس حجم الماء الذي في الدورق أثناء الوزن وقس أيضا الحجم الكلي لكمية الماء التي تملأ الدورق جميعه الى نهاية السداد السفلي ، ومن ذلك عين حجم الهواء الذي دخل الدورق عند فتح الأنبوبة ثم اقرأ الضغط الجوي ودرجة حرارة الحجره واحسب وزن لتر من الهواء كما يأتي :

وزن الدورق بعد لإدخال الهواء	..... =	جراما
وزن الدورق قبل لإدخال الهواء	..... =	جراما
وزن الهواء الذي أدخل	..... =	جراما
الحجم الكلي للدورق	..... =	سم ^٣
حجم الماء الذي كان في القعر	..... =	سم ^٣
حجم الهواء الذي أدخل	..... =	سم ^٣
ارتفاع البارومتر	..... =	مليمتر
درجة حرارة الحجره	..... =	° مئوية
حجم الهواء في درجة صفر مئوى تحت ضغط ٧٦٠ مليمتر	..... =	سم ^٣
وزن سم ^٣ من الهواء	..... =	جراما
وزن لتر من الهواء في درجة صفر مئوى تحت ضغط ٧٦٠ مليمتر	..... =	جراما

قارن هذه النتيجة بنتائج فيرك من الطلبة وإذا لم يتيسر فكرر التجربة حتى تجد نتيجتين متفقتين .

(ب) استعمل التدريب العمل المشروح في التمرين السابق في إيجاد كثافة غاز الاستصباح فبعد تفريغ الدورق صل أنبوبته بصنوبر الغاز في المعمل قبل فتح المحبس وسرى العمل كما فعلت في الهواء .

الخواص الطبيعية للغازات — يمكن تحقيق ذاتية الغازات في بعض الأحوال بخواصها الظاهرة وهي اللون والرائحة والذوق وفي حالة كون الغاز عديم اللون وعديم الرائحة وعديم الطعم كما هو الحال في بعضها تحقق الذاتية بقابلية الذوبان في الماء وفي الغالب تكون كثافة الغاز أهم مقدار طبيعي ثابت له وكثافة الغاز هي مقدار وزن لتر منه في مثل درجة الحرارة ومعدل الضغط أى (صفر مئوى و ٧٦٠ مليمترا من الزئبق) وقد يتنا في تدريب ١٩ (١) طريقة لتعيين كثافة الغازات بالتقريب وهي تستعمل في الغازات القليلة القابلة للذوبان في الماء لا في غيرها .

يصب في دورق يمكن سدّ فوخته بمحبس (شكل ٢١) مقدار من الماء يكفي لتغطية قعره ثم يغل الماء وبعد أن يملأ البخار الدورق يسدّ المحبس ويترك الدورق حتى يبرد فيأخذ البخار في التكاثف ويقل الضغط الداخلى ويصير الدورق فارغا تقريبا لا شئ فيه غير الماء ويوزن الدورق وهو على هذه الحال ثم يفتح المحبس ليدخل الغاز المراد إيجاد كثافته ويعتبر الوزن ثانية فتكون الزيادة في الوزن هي وزن الغاز ، ولإيجاد حجم هذا الغاز نقيس حجم الماء الذى يملأ الدورق ثم نحسب كما سبق بتدريب ١٩ (١) وتكون النتيجة أصح كثيرا إذا اعتبرنا تأثير بخار الماء الذى بالدورق فيطرح ضغط هذا البخار في درجة حرارة المعمل من الضغط الحقيقى ، فقدار الضغط الحادث هو الضغط الحقيقى لقياس هواء الدورق .

وإذا كان الغاز قابلا للذوبان في الماء يمكن تعيين كثافته باستعمال دورق مجهز كما في (شكل ٢٢) وذلك بأن يبعث أولا عن وزن الدورق بما فيه من الهواء ونمؤفه تيارا من الغاز بحقفا من قبل بواسطة إحدى الأنبوبتين فيطرد الهواء وعند ما تتحقق أن جميع الهواء قد خرج وأن الغاز الخارج من الدورق خال من الهواء نزن الدورق بما فيه من الغاز ثم نبعث عن حجمه الذى يساوى حجم الماء الكافى لملئه ونعتين وزن حجم الهواء ، إذ أن وزن اللتر منه يساوى ١,٢٩ من الجرامات وبطرح هذا الوزن من وزن الدورق



(شكل ٢٢)
دورق لإيجاد كثافة الغازات

ووزن الهواء معا ينتج وزن الدورق فارغا فيمكن معرفة وزن الغاز الذى ملاء الدورق وبايجاد حجم هذا الغاز فى معتل الحرارة ومعتل الضغط (صفر مئوى و ٧٦ مليمترا زئبقا) نبحث عن وزن لتر منه فى معتل الحرارة ومعتل الضغط .

أسئلة على الباب الثالث

- (١) بين الفرق بين الخاصة الطبيعية والمقدار الطبعى الثابت واذكر بعض المقادير الطبيعية الثابتة للهواء والملح وشمع البرافين .
- (٢) اذا كان لديك مادة يدل مظهرها على أنها ماء فما التجارب التى تجربها قبل أن تحكم أنها ماء حقيقة ؟
- (٣) اذا ملئ دورق سعته نصف لتر بالهواء فى درجة حرارة صفر مئوى تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا فما الحجم الذى يمكن أن يشغله هذا الغاز فى درجة ٤٢ مئوية تحت ضغط ٧٥٠ مليمترا ؟
- (٤) أوجد حجم غاز الاستصباح فى معتل الحرارة ومعتل الضغط اذا علم أن حجمه فى درجة ١٥ مئوية تحت ضغط ٧٦٥ مليمترا هو ٦٤٠ سم^٣ .
- (٥) أوجد مقدار وزن لتر من الهواء فى درجة ١٣ مئوية تحت ضغط ٧٥ سم م اذا علم أن كثافة الهواء فى معتل الحرارة ومعتل الضغط هى ١,٢٩ من الجرامات فى كل لتر واحد .
- (٦) اذا أعطيت سائلين عديمى اللون ولهما رائحة كحولية فكيف تبين أنهما (أ) نقيان (ب) مختلفان ؟
- (٧) أذكر قانون بويل وأوجد حجم كمية من الهواء تحت ضغط ٧٦٥ مليمترا اذا كان حجمها يساوى ١٠٠ سم^٣ وقت أن كان ارتفاع البارومتر ٧٤٠ مليمترا .
- (٨) اذا حفظ دورق محكم السد سعته لتر واحد فى حجرة درجة حرارتها ٢٠ مئوية ثم نكس فى ماء مثلوج وزرع سداده فيه فما حجم الماء الذى يدخل الدورق ؟
- (٩) دورق محكم فى فوهته سداده تنفذ منه أنبوبة قصيرة ويحتوى الدورق والأنبوبة على ٤٠٠ سم^٣ من الهواء وبعد عمر الأنبوبة فى الماء يمتص الدورق تسخيا عظيما يخرج منه ٢٢٥ سم^٣ من الهواء أوجد درجة الحرارة التى رفع اليها الدورق مع العلم بأن درجة حرارة الحجرة كانت ١٥ مئوية .

(١٠) كيف يختلف حجم كمية من الغاز بسبب رطوبته أو جفافه ؟ وكيف تعين الحجم الحقيقي للغاز الرطب ؟

(١١) دورق سعة ٥٠٠ سم^٣ ملي^٣ بالماء وسلط عليه تيار من غاز الاستصباح فطرد الماء منه فاذا كانت درجة حرارة المجرة ١٥^٠ مئوية والضغط الجوي ٧٥٤ مليمترا فما حجم الغاز وهو جاف في درجة صفر مئوى تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا ؟ مع العلم بأن ضغط بخار الماء في درجة ١٥^٠ مئوية = ١٢,٧ من المليمترات .

(١٢) ما قانون تمدد الغازات عند تسخينها تحت ضغط ثابت ؟
اذا سخن دورق حتى ارتفعت درجة حرارته من ١٥^٠ الى ١٠٠^٠ مئوية فما
هو جزء الهواء الذى يخرج من الدورق أثناء التسخين ؟

(١٣) اذا كان ٥٠ سم^٣ من الهواء في درجة صفر مئوى تصير ٦٨,٣ سم^٣ م^٣ في درجة ١٠٠^٠ مئوية فاذا كر تجربة تدرهن بها على ذلك .

تمارين عملية

(١) خذ جهاز (شكل ١٩) و بين بواسطته هل يمكن تطبيق قانون بويل على غاز الاستصباح ؟

(٢) عين كافة الهواء الجاف بأن وزن دورقا مستدير القعر بعد تفريغه بمفرغة الهواء ثم ملئه بهواء يتز في سيره في أنابيب مشحونة بكلورور الكليسيوم .

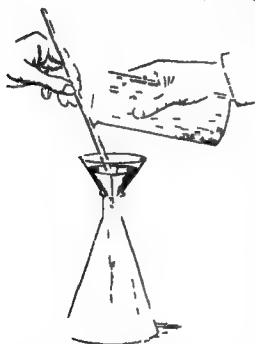
(٣) جهز بارومترا وذلك بأن تأخذ أنبوبة مغللا أحد طرفيها وتملأها زيتقا وتنكسها في حوض فيه زيتى ثم أقرأ ارتفاع عمود الزيتى وأدخل في الأنبوبة من أسفلها بعض قطرات من الماء بماصة محنية وعند ما ترى أن بعض هذه القطرات لم ينخر على سطح الزيتى فاقرا ارتفاع عمود الزيتى وبذا أوجد ضغط بخار الماء في درجه حرارة المجرة ؟

الباب الرابع - تنقية المواد

(١١) تنقية الأجسام الصلبة

تدريب ٢٠ - انفصال جسم صلب قابل للذوبان عن آخر غير قابل .
(١) اقرأ مذكرتك في تدريب (٣) واكتب شيئا على الطريقة التي يمكن بها فصل جسم صلب عن السائل المذاب فيه .

(ب) ارجع الى مذكرتك في تدريب (٦) واذكر هل الرمل قابل للذوبان في الماء ؟ ثم اصنع مخلوطا من أجزاء متساوية من ملح الطعام والرمل واخرجه جيدا . هل يمكنك فصل أحد الجزأين عن الآخر



(شكل ٢٣)

فصل جسم صلب عن سائل بواسطة ترشيح

بيدك ؟ فالفصل بسرعة ضغ المخلوط الى منتصفه بالماء ورجه تماما في دورق واملاه ثم اترك الجسم الصلب يستقر وجهز ورقة رشح كما هو مبين بتدريب (ح) وفرغ السائل من الدورق في المرشح بانتظام مسكا عند فوهة الدورق قضيبا من الزجاج لينحدر عليه السائل (شكل ٢٣) واترك في الدورق ما يمكنك تركه من الرمل الذي لم يذب ثم اغسله بالماء وافرغ ذلك في المرشح أيضا ثم يخر السائل المرشح لتحصل على الملح وإذا لم تسع البلغنة فضغ الباقي تدريجيا كلما وجد المكان .

ثم اغسل الجسم الصلب الباقي في الدورق بالماء مرتين وفرغ ماء الغسل في الحوض وجفف الرمل التنظيف على قطعة ورق ذات مسام وثأكد من خلوص الرمل من الملح بأن تمسك جزءا منه بالماء المقطر وتعين بواسطة الطريقة المذكورة بتدريب (٤) هل ذاب فيه شيء ؟

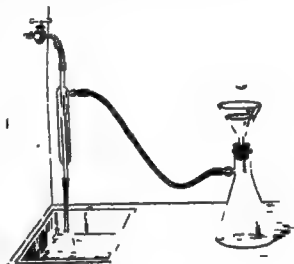
تدريب ٢١ - فصل جسمين صليين قابلين للذوبان .

(أ) (١) حقق قابلية ملح البارود العادى وملح بارود شلى للذوبان باستعمال تدريب (٦) ثم كَوْن منهما مخلوطا مرجا من جزأين متساويين فى الوزن تقريبا . وهاك الطريقة المستعملة فى فصلهما وهى نتوقف على معرفة الفرق بين قابلية ذوبانهما :

يذاب جميع المخلوط فى أقل مقدار من الماء يكفى للاذابة ويغمر نصف ماء المحلول وبعد تبريده تفصل البلورات المتكونة بمفرغة الرش (أنظر ما على) :

(ب) عند فحص مفرة الرش يرى أن تيارا من ماء الحفنة (شكل ٢٤) سائلا فى القناة الداخلية جاذبا معه تيارا من الهواء مازا بالأنبوبة الجانبية . صل هذه

الأنبوبة الجانبية بدورق المفرة (شكل ٢٤) بأنبوبة لمقاومة الضغط وركب على الدورق قعاً مزوداً بقرص خاص رقيق من الخرف الصلبي فيه ثقب كبير ثم غط القرص بورقة للرش أكبر منه قليلا واقح صنبور الماء الذى يحرك المفرة ونذ ورقة الرش وتحقق أن أطرافها مثبتة جيدا بجوانب القمع .



(شكل ٢٤) المفرقة المتصلة للرش ما

(ح) فرغ البلورات فى الرش مزجيا إياها من الحفنة بملعقة صيدلى واضغطها بعزم فوق ورقة الرش وعند ما ينتهى نزح السائل خذ القمع وقرع البلورات لتعجب على النشافة ثم أكمل عملية التجفيف فى فرن الهواء الساخن واحتفظ بالسائل المولد (وهو السائل الذى فصلت منه البلورات) .

(د) عين قابلية ذوبان الجسم الصلب الذى جففته بالطريقة المفصلة بتدريب (٨) .

(هـ) زن جفنة جافة وضع فيها السائل المولد الحاصل فى تدريب ٢١ (ح) وأوجد

الوزن الكلى ثم يغمر السائل حتى يحف . أوجد وزن الجسم الباقى وبذلك

عين وزن الجسم المذاب فى السائل المولد واحسب قابلية ذوبانه كما فى تدريب (١) .

(و) قارن بين قابلية ذوبان البلورات الحاصلة أولا وبلورات تدريب ٢١ (هـ) الناتجة من السائل المولد ثم برهن على أن جزأى المخلوط الأصليين قد انفصلا بعض الانفصال .

(ز) تذاب بلورات تدريب ٢١ (ح) ثانيا في أقل كمية كافية من الماء ويخزن نصف السائل وتفصل البلورات الحادثة بالتبريد ثم تجفف وتعين قابلية ذوبانها وتقارن بقابلية ذوبان ملح البارود . كيف تبرهن على أنه قد حصل من مخلوط ملح البارود وملح بارود شلى ملح البارود قويا تهريبا ؟
كرر عملية التبلور ان كانت هناك متسع من الوقت حتى لا تتغير بعد قابليته للذوبان .

تدريب ٢٢ — استخراج ملح المائدة من الملح الصخري — استخدم الطرق الميينة بتدريسي ٢٠ و ٢١ لتفصل من الملح الصخري .

(١) مسحوقا أسمر غير قابل للذوبان ؛

(ب) جسما صلبا يشابه ملح المائدة ؛

(ح) بقية أكثر قابلية للذوبان وعندئذ قارن قابلية ذوبان كمية من (ب) وكمية من (ح) في الماء .

استخراج الأجسام القابلة وغير القابلة للذوبان من مخلوطها نقية — اذا كان المخلوط يحتوى على جسم صلب قابل للذوبان في الماء وآخر غير قابل للذوبان فيه فانه يسهل فصلهما والحصول على كل وحدة ، ولذلك يذاب الجسم القابل للذوبان في قليل من الماء ويرشح السائل الحاصل بورقة رشح وبذا يفصل السائل عن جميع أجزاء الجسم غير القابل للذوبان وهذه العملية ميينة بالتفصيل في تدريب ٢٠ (ب) ويمكن الحصول على الجسم القابل للذوبان بيجر المخلول المحتوى عليه وأما الجسم غير القابل للذوبان فيجب تخليصه من بقايا المادة المذابة بقسله بالماء مرتين أو ثلاثا ويمكن اتباع هذه الطريقة في فصل الرمل عن الملح من مخلوطهما وكذا يمكن فصل الجبس من الزاج الأزرق .

فصل الأجسام الصلبة القابلة للذوبان بعضها عن بعض بعد خلطها — يمكن فصل جسمين أو أكثر من الأجسام الصلبة القابلة للذوبان بعد خلطها وذلك بسائل فيه الأجسام متباينة القابلية للذوبان ، فمثلا ملح البارود وملح بارود شلى يذوبان

في الماء ولكن قابلية ذوبان الأخير هي ٨٤ جراما وقابلية ذوبان الأول ٣٠ جراما في كل ١٠٠ جرام من الماء في درجة حرارة ١٨° مئوية وبذا يمكن فصلهما بتكرار عملية التبلور.

فيؤخذ مخلوط من هاتين المادتين ويذاب في أقل كمية كافية من الماء ويغل المحلول حتى يمكن أن تكون بلورات عند تبريده وتفصل هذه البلورات بمفرغة الرشح وهذا المخلوط يتركب معظمه من المادة الأقل قابلية للذوبان أي ملح البارود وكمية قليلة من المادة الأكثر قابلية للذوبان وباغلاء السائل المولد الذي حصل منه على هذه البلورات يستخرج بعد البخر مقدار ثان من البلورات يتركب معظمه من ملح بارود شيل .

على أن هذا الانفصال لا يزال غير تام كما يرى من أن قابلية ذوبان البلورات الأقل قابلية لذابها في نحو ٤٠ جراما على الأرجح في كل ١٠٠ جرام من الماء مع أن قابلية ذوبان البلورات الأكثر قابلية للذوبان ربما كانت ٧٠ جراما فيجب تبلور كلا الحاصلين مرة أخرى مع ملاحظة أن المادة المراد تنقيتها بهذه الطريقة هي في البلورات في الحالة الأولى وفي السائل المولد في الحالة الثانية .

ويرى الآن أن قابلية ذوبان البلورات الحاصلة أخيرا تحرب جدا من قابلية ذوبان المادتين الأساسيتين ملح البارود وملح بارود شيل .

(١٢) تنقية السوائل

تدريب ٢٣ — فصل السائل عن جسم صلب مذاب فيه —
اقرأ مذكرتك في تدريب (٥) وتقر ما تراه في كيفية الحصول على سائل خال من أي جسم مذاب فيه واكتب بالابتزاز على الطريقة التي تستعملها .

تدريب ٢٤ — فصل سائلين بعد اختلاطهما .

(١) خذ كيتين من الماء وزيت البرافين معلوم حجمهما وهنهما معا وخرق هذا المخلوط في قمع ذي سداد (شكل ٨) واتركه حتى يكون طبقتين منفصلتين تماما ثم افتح السداد ليترك الماء ببطء في إناء آخر واقفله حتى لا يتزل شيء من زيت البرافين معلوما وعين بعد ذلك على أي نسبة انفصل الماء وزيت البرافين بالنسبة

نصفين إلى نصفين .

(ب) خذ مخلوطا من الماء ومقدار معلوم من الكحول وقطره بحسب الطريقة التي في تدريب (٥) (١) واضعا ترمومترا في دورق التقطير بحيث يكون مستودعه فوق

سطح السائل وأقرأ درجات الحرارة أثناء غل المخلوط فإذا وصلت درجة حرارة الغليان إلى ٩٠° مئوية فاطفئ اللهب وارم السائل الذي يبقى غير مقطر وفرغ السائل الذي تحول إلى القابلة في دورق التقطير وأعد العملية فإذا وصلت درجة حرارة الغليان إلى ٨٥° مئوية فأبطل العمل ولاحظ مقدار كمية السائل الذي قطرته وأوجد درجة حرارة غليان السائل الذي في القابلة وإذا كرر إلى أى درجة تقرب من درجة غليان الكحول (٧٨° مئوية) .

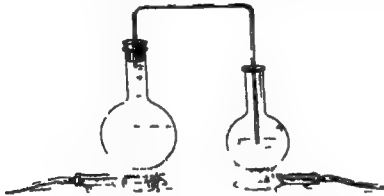
تدريب ٢٥ — تنقية السوائل من الغازات المذابة فيها — يمكن تنقية الماء من الهواء المذاب فيه بالجهاز المين (شكل ٢٥) وذلك بأن تملأ أكبر الدورقين إلى نهايته بماء الصلبور وتثبت السداد تماما في فوهته ثم تضع طرف أنبوبة الوصل الآخر تحت سطح الماء في الدورق الصغير المملوء إلى منتصفه تقريبا وبعد تسخين ماء الدورقين حتى يغلي في كل منهما بضع دقائق أطفئ اللهب ثم لاحظ ما يحدث أثناء تبريد الماء ووضح كيفية جعل ماء الدورق الكبير خاليا من الهواء وإذا كرر يمكن بهذه الطريقة حفظه خاليا من الهواء على الدوام .

تنقية السوائل — يمكن فصل السوائل عن الأجسام الصلبة المذابة فيها بطريقة التقطير المشروحة في تدريب ٥ (١) فينبغي الجسم الصلب في دورق التقطير وكذلك يمكن فصل سائلين غير ذائب أحدهما في الآخر بتركهما ساكنين فيستقر أكتفهما تدريجيا في قعر الاناء الذي خلطا فيه ، فثلا عند خلط زيت البرافين بالماء بهزهما معا في قعر دى حنفية يرى أن الماء يكون طبقة تحت زيت البرافين (شكل ٨) يمكن عزلهما بواسطة الصلبور .

وإذا تكون من سائلين مخلوط يمكن أيضا في بعض الأحوال فصلهما فثلا إذا سخن مخلوط من الاثير والماء تسخينًا يسيرًا بجمع الاثير تقريبا يقطر تحت درجة ٤٠° مئوية ويمكن تكثيفه وبايعاد درجة غليان هذا الاثير المكثف يرى أنه خال من الماء على أن هذا الانفصال مستحيل في أحوال مخصوصة إذ يقطر مخلوط السائل بلا تغير فيه بمجرد وصوله إلى درجة حرارة معينة فعند تقطير مخلوط الكحول والماء يرى أن جميع الكحول يميل للبخر أولا في درجة حرارة ٧٨° مئوية أو أعلى من ذلك قليلا ولكن الكحول الذي يخمر في هذه الدرجة يحمل معه كمية صغيرة من الماء وإذا قطر المخلوط الجليد ثانية فانه يغلي أيضا في درجة حرارة ٧٨° مئوية ويذهب إلى القابلة بلا تغير

ويلاحظ أن درجة غليان هذا المخلوط أخفض منها في الكحول النقي ويستحيل الحصول على الكحول خالياً من كمية الماء الصغيرة هذه بالتقطير ولكن يمكن ذلك بترك المخلوط بضعة أيام مع مادة ماصة للماء كالجير الحي .

فصل السوائل عن الغازات المذابة فيها — تحتوي السوائل أيضاً على غازات مذابة فيها، ففي ماء الصنبور مثلاً مقدار كبير من غازات الجو مذابة ويمكن إخراجها بإغلاء هذا الماء (صفحة ١٤) فيمكن تخليص ماء الصنبور من الهواء بالطريقة المبينة بتدريج ٢٥ (١) فيركب دورقان كما في (شكل ٢٥) ويسخان حتى يغلي الماء بضع دقائق فتتلى جوانب الدورق الكبير بالبخار شيئاً ما فإذا برد الدورقان تكاثف البخار وانجذب من الدورق الأصغر ماء خال من الهواء ليحل مكانه فيكون ماء الدورق الصغير مانعاً من أن يذهب ماء الدورق الكبير غازات من الجو .



(شكل ٢٥) اعداد ماء خال من الهواء القالب

تنقية الغازات — يصعب في الغالب فصل غازين امترجا ولكنه يسهل إذا وُجد سائل أو جسم صلب يمتص أحد الغازين فقط ، فإذا هن المخلوط مع سائل كهذا فإن حجم الغازين المختلطين ينقص الى أن تنحب كمية معينة منه وتبقى الكمية الأخرى بلا تغير ويكفى في بعض الأحيان امرار المخلوط في قنينة غسل أو أنبوبة ذات شعبتين فيها المسادة المحففة وهذه هي الحالة التي يكون فيها الغاز ملوثاً قليلاً ببقايا غاز آخر أو بخار سائل ، وإذا أريد الحصول على غاز خال من بخار الماء يمر في أنابيب ذات شعبتين فيها كلورور الكالسيوم أو مادة أخرى ممتصة (صفحة ٢١) فإذا مست هذه المادة الغاز الرطب تيمت قليلاً فتأخذ من الغاز بخار الماء وقد يستعمل لذلك حامض الكبريتيك المركز (زيت الزاج) الذي يمتص الماء أيضاً وفي هذه الحالة يمر الغاز في قنينات غسل

فيها قطع مكسرة من الزجاج أو كسر من الخفاف مشربة حامضا مركزا ويستخدم حامض الكبريتيك (زيت الزجاج) بهذه الطريقة في جعل هواء المجففة خاليا من بخار الماء.



(شكل ٢٦) حفنة

وتركب المجففة من قدر من الزجاج (شكل ٢٦) منقسمة الى قسمين بقرص مثقوب من الخارصين وتقفل بغطاء محكم وفي القسم الأسفل منها خفاف مشرب حامض الكبريتيك المركز وفي الأعلى المادة المراد أن تبقي جافة .

المواد النقية والمخلوطات — العمليات التي شرحناها ذات قيمة عظيمة من حيث كونها تبيّن الفرق بين فصل المواد النقية وفعل المخلوطات ولقد يمكن في بعض الأحوال يجوز النظر إدراك أن الجسم الصلب يتركب من شيئين مختلفين ، فإذا اختلط مقدار من البن بالسكر فإن أجزاء كل ترى جلية ويمكن من كان ذا صبر فصلهما . وأما إذا اختلط السكر الأصفر بالرمل فليس من السهل تمييزهما وفصلهما كما سبق ولكن بوضع المخلوط في الماء يذوب السكر ويحصل على الرمل غير القابل للذوبان بالرشح ، وبذلك أن المادة الأصلية هي مخلوط لا مادة نقية مفردة وهناك حالات يصعب فيها جدا تعيين أن الجسم الصلب نقي (أي يتكوّن من مادة واحدة) أو غير نقي (أي محتوي على مواد أخرى خلطت به) على أن كلمة مادة نقية مضلة بعض الشيء إذ يستحيل وجود مادة نقية تمام البقاء وانما يمكن تصوّرها .

براهين نقاوة الأجسام الصلبة — رأينا في حالة فصل ملح البارود عن ملح بارود شيلي (صفحة ٣٩) أنه عند إعادة تبلور مخلوط الجسمين كانت قابلية ذوبان بلورات المادة التي هي أقل قابلية للذوبان (ملح البارود) أكبر من قيمتها الحقيقية وربما نجلدها ٤٥ جراما تقريبا بدلا من ٣٠ جراما في كل ١٠٠ جرام من الماء ، وبإعادة عملية التبلور مرة أخرى تقل قابلية ذوبان الناتج ، وبتكرار العملية مرّات تهبط قابليته للذوبان تدريجيا حتى تساوى قابلية ذوبان ملح البارود أي ٣٠ جراما تقريبا في كل ١٠٠ جرام من الماء في درجة حرارة ١٨° مئوية ، ومن ذلك نعلم أن قابلية ذوبان أي

جسم غير نقي ليست ثابتة وإنما تتغير بعد تحويله الى محلول وتبلوره ثانياً ويستحيل الحصول على المادة نقية تماماً ولكن كلما زادت نقاوة قل تنير قابلية الذوبان عند اعادة التبلور ويحصل مثل ذلك في الخصبية الطبيعية الثابتة الأخرى كدرجة حرارة الانصهار فانها على وجه العموم أقل في حالة الجسم غير النقي منها في حالة المادة النقية وبذا ترتفع درجة حرارة انصهار الجسم الصلب كلما أنقى باعادة تبلوره .

براهين نقاوة السوائل والغازات — كلما زاد خلط السائل من المواد الغريبة المذابة فيه كانت درجة حرارة غليانه أكثر ثباتاً ولذا يلاحظ أن درجة حرارة الغلي ترتفع تدريجاً أثناء تقطير مخلوطات السوائل كما هو الحال في مخلوط الاثير والماء صفحة (٤١) فيكون في الغالب ثابت درجة حرارة الغليان أثناء التقطير دليلاً على نقاوة السائل .

ولكن يفضل هذا الاختبار في كل حالة تُقطر فيها المخاليط المكونة من سوائل بنسبة معينة في درجة حرارة محدودة بدون تغيير كما في الكحول المحتوي على ٤ في المائة من الماء وتقل السوائل المحتوية على أجسام صلبة مذابة فيها في درجة حرارة أعلى من درجة حرارة السائل نقياً .

اختبار نقاوة الغازات — تكون الغازات في الغالب محتوية على غازات أخرى أو بخار السوائل وكثيراً ما يستدل على وجود البخار بتبريد الغاز تبريداً عظيماً حتى يتكاثف هذا البخار كما يلاحظ اذا عرضت زجاجة فيها جليد للهواء إذ يتكاثف عليها بخار الماء الذي في الهواء ويظهر في شكل الندى أو الصقيع .

ويهمنا غالباً أيضاً معرفة كون المادة المستعملة في عملية ما هي غاز واحد أو اثنين أو أكثر ويكفي وجود المادة التي تنمى أحد الغازات فقط وحيث يمكن الفصل في الأمر كما هو مبين في صفحة (٤٢) .

وإذا كان المخلوط مكوناً من غازين متشابهين تقريباً وكان كلاهما قابلاً للذوبان في سائل مخصوص فانه يمكن استخدام هذا السائل للدلالة على وجود هذين الغازين مادامت قابلية ذوبانها متباينة فتفرض مثلاً أن مخلوطاً يتكون من غازين متساويين في الحجم وأن قابلية ذوبان أحدهما في الماء ضعف قابلية ذوبان الآخر فبعد هز الغازين بالماء يذوب من الغاز الأكثر قابلية للذوبان ضعف ما يذوب من الآخر وبذا يكون الغاز الخارج عند غليان الماء محتوياً على كمية من الغاز الأكثر قابلية للذوبان تعادل

ضعف كمية الجزء الأقل قابلية للذوبان بدلا من أن تكونا متساويتين وبليهي أنه لا بد من أن تتغير الخصائص الطبيعية الثابتة لهذا المخلوط بسبب تغير نسبة مقادير الغازين فتغير الكثافة إلا إذا كانت كثافة أحد الغازين مساوية لكثافة الآخر وتغير القابلية للذوبان لأن كمية الغاز الأقل قابلية للذوبان قلت في المخلوط عما كانت عليه ، وسيرى الطالب تطبيق هذه الطريقة عمليا فيما يلي بعد .

أسئلة على الباب الرابع

- (١) إذا سقط منك على غير عمد شيء من ملح الطعام في كمية من الكحول فكيف تحصل على الكحول خاليا من الملح ؟
- (٢) بأى طريقة تحصل على نموذج من الصودا النقية إذا كان هناك مخلوط من الصودا والرمل ؟
- (٣) اذكر طريقة لفصل سائلين درجة حرارة غليان كل منهما مختلفة عن الأخرى وبين هل يمكن دائما فصل سائلين هذا شأنهما بهذه الطريقة ؟
- (٤) كيف تستخرج من ماء الصلبور كمية من الماء خالية من الهواء المذاب ؟
- (٥) كيف تحصل من ماء البحر على نموذج من ملح الطعام النقي وآخر من الماء النقي ؟
- (٦) إذا قطر سائل يغلي في درجة حرارة 80° مئوية وفي منتصف عملية التقطير غيرت القابلة وبذا انفصل السائل المقطر إلى قسمين ووجد أن معظم القسم الأول يقطر عند درجة حرارة أقل من 79° مئوية ومعظم القسم الثاني الذي تحول إلى القابلة يقطرين درجتى حرارة 90° و 96° مئوية، فماذا تعرف عن نوع هذا السائل بعد الذى ذكر ؟

تمارين عملية

- (١) عين قابلية ذوبان مسحوق ملح البهار في الماء ثم بلوره ثانية واذكر هل يمكن فصله إلى قسمين مختلفين في قابلية الذوبان ؟ وقدر هل ملح البهار مادة نقية أو مخلوطة ؟
- (٢) هل درجة حرارة غليان محلول من الملح في الماء ثابتة ؟ اغل المحلول بضع دقائق وأنظر هل درجة حرارة الغليان تتغير ؟

الباب الخامس - الحوامض والقلويات

تنبيه : يجب تناول المواد المذكورة في هذا الباب بالعناية ولا ينبغي أن تمس الجلد أو الملابس وإلا ساءت العاقبة
وتتبع عنها عسائر فادحة .

(١٣) الحوامض الكثيرة الاستعمال

تدريب ٢٦ - حامض الكبريتيك .

(أ) املاؤ أنبوبة اختبار الى منتصفها حامض الكبريتيك التجارى المركز أى زيت الزاج ودون ما يملكك تدوينه من خواصه الظاهرة ثم خذ أنبوبة اختبار أخرى واملاؤها لمنتصفها بالماء المقطر واسكب فيها مع الحذر ^(١) مرة بعد أخرى قطرات قليلة منه وهزها هزاً غير متوالٍ مع مراقبة ما يحصل ثم اذكر هل تصل الى حد يقف عنده ذوبان الحامض فى الماء ؟

(ب) املاؤ بودقة صغيرة الى منتصفها من الحامض المخفف الذى أعددتته وسخنها على حمام الرمل داخل المدخنة ولاحظ البخار الصاعد ثم عيّن درجة الحرارة التى يتبدى عندها تكوين هذا البخار وكذلك عيّن أعلى درجة للحرارة يصل اليها واستعمل فى ذلك ترمومتراً مدرجاً الى ٣٥٠ مئوية وقدر هل يمكن بخار حامض الكبريتيك الى نهايته ؟

(ج) جفف كوباً صغيراً أو قارورة وأوجد وزنها ثم قس ٢٠ سم^٣ من حامض الكبريتيك التجارى بمخبار مدرج واسكبها فيها ثم أوجد وزن الحامض وحذار أن يقع شئ منه على كفة الميزان، وبما سبق احسب كثافة الحامض أى وزن كل سنتيمتر مكعب منه .

(د) خفف الحامض الذى وزنته أخيراً بأن تسكب فيه ١٤٠ سم^٣ من الماء ورجه حتى يمتزج به ثم استعمله فى التجارب الآتية :

(أولاً) أفرغ ثلاث قطرات أو أربعاً فى أنبوبة اختبار مملوءة ماء وهز المزيج جيداً وفق قطرة واحدة منه ؟

(١) عند تخفيف حامض الكبريتيك أضفه الى الماء على الدورام ولا تفكس فان كل قطرة من الماء ترفع حرارتها وربما استعالت الى بخار وتخفض الحامض المركز على الجلد والملابس .

(ثانياً) خذ قليلاً منه أيضاً وأضف إليه قطرات من محلول صبغة عباد الشمس واذكر ما يحدث من التغير في اللون .

(هـ) بين التأثير الحادث من سكب قليل من حامض الكبريتيك المخفف على قطعة من انكارسين المحبب وقطعة من مسلك حديدى (أو برادة الحديد) وقطعة من الرخام كل في أنبوبة اختبار منفردة ثم ضع نقطة من الحامض المركز على ورقة ولاحظ ما يحدث .

تدريب ٢٧ — حامض الكلورديريك .

(أ) املاً أنبوبة اختبار الى منتصفها بحامض الكلورديريك ولاحظ خواصه الظاهرة ثم اسكبه تدريجاً في أنبوبة اختبار أخرى مملوءة الى منتصفها بالماء المقطر واذكر هل يذوب عن آخره ؟

(ب) املاً بودقة من حامض الكلورديريك الذى خففته لمتصفها وسخنها في خزانة البخار (مدخنة) ولاحظ ما يحدث مع مراقبة درجة حرارة الغليان ثم اذكر هل مابقى فيها سائل أو جسم صلب ؟

(جـ) أوجد كثافة حامض الكلورديريك المركز باستعمال الطريقة المتبعة في حامض الكبريتيك (تدريب ٢٦ جـ) .

(د) خفف الحامض الذى وزنته بمخلطه بثلاثة أمثال حجمه من الماء وأوجد تأثير هذا المحلول المخفف في محلول عباد الشمس ثم اسكب بعض قطرات من المحلول المخفف في أنبوبة اختبار فيها ماء وبعد هزها ذقها واذكر ما طعمها ؟

(هـ) أوجد ودون تأثير الحامض المخفف في قطع صغيرة من انكارسين والحديد والرخام .

تدريب ٢٨ — حامض الأزوتيك .

(أ) املاً أنبوبة اختبار الى منتصفها بحامض الأزوتيك المركز وبين خواصه الظاهرة واسكبه قطرة قطرة في أنبوبة اختبار مملوءة لمتصفها بالماء واذكر هل يذوب عن آخره ؟

(ب) املاً بودقة من الحامض الذى خففته وسخنها في خزانة الأبخرة ولاحظ البخار الصاعد، ما رائحته ؟ أوجد درجة حرارة غليان هذا السائل ، هـ ، سخن حجمه ؟

(ح) اوجد كثافة حامض الأزوتيك بالطريقة المستعملة في الحامضين السابقين .
(د) خفف الحامض الذي استعملته في (ح) بخلطه بأربعة أمثال حجمه من الماء ،
ما تأثير هذا في عباد الشمس ؟

(هـ) ما تأثير المحلول المخفف في قطع من الخارصين والنحاس والحديد والرخام وكذلك
تأثير قطعة من الحامض المركز في الخشب والورق والقماش ؟

سريب ٢٩ — انحلل — ما طعم هذا السائل وتأثيره في عباد الشمس والرخام
المسحوق ؟

خواص الحوامض — تعرف الحوامض من قديم الزمان ، فقد كان الخلل يجهز
بتعريض النبيذ للهواء حتى يحمض أو يخلل وذلك سبب تسميته بالخل ويحتوى على
حامض الخليك ويشترك معه في خاصية الحموضة الحوامض الثلاثة التي اختبرناها
— الكبريتيك ، والأزوتيك ، والكلوردريك — وكذا تشترك جميعها في تحويل لون صبغة
عباد الشمس الأرجواني الى اللون الأحمر القاني وفي إذابة الرخام وبعض الفلزات
كالخارصين والحديد ويحق هنا أن نلاحظ أن الحوامض يشابه بعضها بعضا مشابة
عظيمة مع أنها تختلف اختلافا بينا في خواصها الطبيعية .

حامض الكبريتيك — سائل زيتي وبذاسمى "زيت الزاج" وكثافته ضعف كثافة
الماء تقريبا وهو يذوب فيه حالا مهما كان مقداره ويحدث من هذا الذوبان حرارة
عظيمة وعند تبريد الحامض المركز تتكون بلورات تنصهر في درجة حرارة ١٠° مئوية
ويخرج من الحامض ومن محلوله أيضا بخار كثيف أبيض اذا سخن ، ويغل في درجة
حرارة ٣٣٨° مئوية بانحرا من غير أن يترك بقية ويصير الخشب والورق لحما ويحرق الجلد .
حامض الكلوردريك — هو سائل مائع أكثر من الماء نوعا ما (١,٢ تماما)
قابل للذوبان في الماء قبولا عظيما يخرج منه عند تسخينه غاز ذو رائحة مغضبة ويغل
في درجة حرارة ١١٠° مئوية ولا يترك بقية .

حامض الأزوتيك — هو سائل أسمر اللون بالاجمال كثافته ١,٥ بالنسبة للماء
الذي يذوبه مهما كان مقداره ، ويغل الحامض التجاري المركز في درجة ١٢٠° مئوية
مكونا بخارا أسمر ويمكن تحطيره في هذه الدرجة وهو كحامض الكبريتيك يصير المواد

التي كالخشب والورق فخا ويدبغ الجلد بلون أصفر فاقع ويختلف عن الحوامض الأخرى في كون محلوله المخفف يذيب النحاس ويكون هذا الحامض يذيب من الفلزات أكثر مما يذيبه غيره من الحوامض الكثيرة الاستعمال اعتبر أقوى منها ولذا سمي باللاتينية بما معناه "الماء القوى".

(١٤) القلويات الكثيرة الاستعمال

تدريب ٣ — البوتاس الكاوية .

(أ) اكسر قطعتين صغيرتين من عود من البوتاس الكاوية بظهر نصل المبراة . أعد العود الى القنبينة حالا ثم اترك قطعة معترضة للهواء على زجاجة ساعة وضع القطعة الثانية على زجاجة أخرى واغصها ولا تمسها إلا قليلا جدا . أنظر الى تركيبها في مكسرها ، هل هي بلورية ؟ ثم ضمها في أنبوبة اختبار مملوءة الى منتصفها بالماء ، هل يظهر لك أنها تذوب عاجلا ؟ اختبر القطعة المتروكة في الهواء وعين ما طرأ عليها من التغيير .

(ب) بلل أصابعك بقطرة من المحلول الذي أعدته وادلكها بعضها ببعض واشرح التأثير الذي يحدث من ذلك ثم خفف قطرة من المحلول بخلطها بكمية من الماء تعادل أضعاف أضعاف حجمها وذق قطرة من هذا المحلول وخذ قليلا منه وأضف اليه قطرات من محلول عباد الشمس ولاحظ التأثير الحادث وكذلك أضف الى قطرات قليلة من محلول عباد الشمس قليلا من حامض الكلورديك ثم أضف لذلك محلول البوتاس على مهل قطرة بعد قطرة الى أن يحدث تغيير آخر في اللون واشرح ما يحصل .

(ح) ضع قطعة صغيرة من الحديد في أنبوبة اختبار واغمرها بمحلول البوتاس الكاوية وراقب ما يحدث ثم أعد هذه التجربة في قطعة من النحاسين .

تدريب ٣١ — الصودا الكاوية — أعد في الصودا الكاوية جميع التجارب التي استعملتها في البوتاس الكاوية واذكر مآثرها بينهما من الفرق إن كان هناك فرق .

تدريب ٣٢ — الصودا المستعملة في الغسيل (بلورات كروونات الصوديوم) .

(أ) اشرح خواص الصودا المستعملة في الغسيل كما تراها وإذا لم تجد بلورات منتظمة يمكن تجهيزها بالطريقة المتبعة في تدريب ١٢ (هـ) وعين التأثير الذي يحدث في البلورات بتركها معترضة للهواء مدة .

(ب) هل الصودا المستعملة في الفسيل مهله الذوبان في الماء ؟ ادلك المحلول ين أناملك وذق قطرة منه مخففة بالماء وقارن بين طعمها وطعم محلول الصودا الكاوية .

(ح) عيّن تأثير محلول صودا الفسيل في عباد الشمس وبيّن هل هذا المحلول يحول لون عباد الشمس الى الزرقة بعد تغيره بمحاض مخفف وقبل أن تثبت في ذلك سخن المحلول باللهب ولاحظ أيضا أى تأثير آخر يحدث عند ملاسة محلول صودا الفسيل للمحاض .

(د) عين تأثير الحوامض المخففة في بلورات صودا الفسيل .

تدريب ٣٣ — البوتاسا (كربونات البوتاسيوم) — فحص القلوى الخفيف وهو البوتاسا بمنزل ما فحصت به صودا الفسيل واذكر بالاختصار الفرق بين القلويات الخفيفة — الصودا والبوتاسا — وبين القلويات الكاوية .

القلويات الكاوية والخفيفة — عند فحص الصودا الكاوية والبوتاسا الكاوية يرى أنهما متشابهان تقريبا وأن خواصهما تكاد تكون واحدة، غير أن البوتاسا الكاوية أكثر قابلية للذوبان في الماء ولولا ذلك لما أمكن تمييزهما بما لنا من المعلومات حتى الآن فهما جسمان صلبان كل منهما أبيض اللون يشبه الشمع بعض الشبه في مظهره ولكنه يرى متبلورا إذا فحص طرفا العود وينصهر بسهولة بالتسخين وإذا ترك في الهواء يمتص منه الماء أو يمتج ويذوب في الماء سريعا مكونا محلولاً لودلك بالأصابع يشعر بزلاقة ومذاق المحلول لمخفف من أيهما كمنق الصابون ومن خواصهما التي يختلفان فيها عن الحوامض تمام الاختلاف أن محلوليهما يصيران لون عباد الشمس أزرقا ناضرا ويحولان ما احمر منه بالحوامض الى لونه الأزرق، ولهذين القلويين قوة إحراق الجلد وأكل مواد أخرى كشية ولذا تسمى "بالكالويين" أى المحرقين كما أن لها قوة إذابة بعض الفلزات ويحدث من الذوبان فقائج من الغاز .

أما صودا الفسيل والبوتاسا فانهما وإن كانتا تحولان لون عباد الشمس الأحمر أزرق فهما لامتحدثان أثر الاحتراق في الجلد أو الورق وبذا سميتا منذ عصور قديمة "بالقلويتين الخفيفتين" ويختلف مظهرهما اختلافا كبيرا عن مظهر القلويتين الكالويتين : البوتاسا، والصودا، وتباع الصودا الكاوية على شكل بلورات كبيرة شفافة تترس إذا عرضت للهواء، وأما البوتاسا فتباع على شكل مسحوق أبيض يعرف بالإشتان .

وإذا خلطت القلويات الخفيفة بالحوامض ظهرت فقاع غازية لا يظهر مثلها في القلويات الكاوية التي تسخن كثيرا .

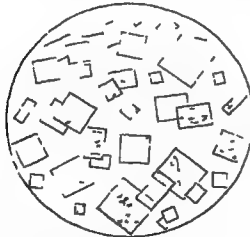
(١٥) تفاعل القلويات والحوامض

تدريب ٣٤ — حامض الكلوردرريك والصودا الكاوية .

(١) خفف ٤ سم^٣ من حامض الكلوردرريك المركز باضافة ٥٠٠ سم^٣ من الماء المقطر ثم أذب جرامين من الصودا الكاوية في نصف لتر من الماء ورج كلا من المحلولين تماما ثم ضع في دورق ٢٥ سم^٣ من محلول الصودا بواسطة السحاحة وأضف اليه مقدارا من محلول عباد الشمس يكفي لصبغه بلون ظاهر ثم اسكب عليه الحامض المخفف من سحاحة أخرى تدريجا حتى يتبدى اللون يتحول أحمر . حين حجم ماسكب من الحامض من السحاحة فإذا كان زائدا على الحاجة فأعد العملية واتق هذه الزيادة فإذا حصلت على محلول لا أزرق ولا أحمر فأبحث عن تأثيره في قطعة من الخارصين وفي مسحوق صودا الفسيل وابحث أيضا عن فعله ، هل هو كفعل القلويات أو الحوامض ؟ واعرف بالتحقيق حجم ما استعملت من الحامض والقلوى في تركيب المحلول .

(ب) ضع في دورق ١٠٠ سم^٣ من محلول الحامض واحسب مقدار حجم محلول الصودا الكافي لأن يضاف اليه ليحصل مخلوط غير فعال في عباد الشمس ثم هزهما معا تمام المز وخذ قطرة من المخلوط على طرف قضيب من الزجاج وعين فعلها في ورق عباد الشمس الأحمر والأزرق وإذا تغير أحد اللونين فأضف الى المخلوط قطرات من محلول الحامض والصودا حتى لا يتغير لون عباد الشمس

ثم يجر المخلوط في جفنة حتى يجف وإذا لم تسعه جميعه فضعه بالتدريج كلما نقص بالبخر وابحث عن بخار السائل المتبقي ، هل هو حامض أو قلوى ؟ ثم اختبر البلورات التي تركت في الجفنة وجهز بلورات أصغر منها يغير قليل من المحلول بخرا جزئيا على زجاجة ساعة ثم انقصها بواسطة عدسة (شكل ٢٧)

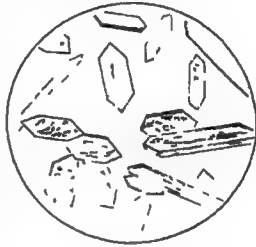


(شكل ٢٧) بلورات ملح الطعام كما تراها بالميكروسكوب

وعين طعم الجسم الصلب الناتج وفعله عند تسخينه في أنبوبة اختبار وإن أمكنك
فأوجد قابلية ذوبانه في الماء أيضا ومن هذه الحقائق حقق ذاته بما سبق لك
في الأجسام الصلبة التي اختبرتها وقارنه بالمادتين اللتين تكوّن منهما الحامض
والقلوى .

تدريب ٣٥ — حامض الكبريتيك والصودا الكاوية .

(١) جهاز محلولاً بإذابة ما يقل عن ٢ سم^٣ من حامض الكبريتيك في نصف لتر
من الماء ، هل فعل محلول الصودا الكاوية الذي جهزته في تدريب ٣٤ (١)
في حامض الكبريتيك كفعله في حامض الكلورديريك ؟ احر في العمل كما فعلت
في حامض الكلورديريك والصودا الكاوية
ولاحظ بالضبط الحجم الذي يكفى من كل
من المحلولين لاجداث التعادل .



(ب) جهاز ناتجا صلبا من محلول حامض
الكبريتيك والصودا الكاوية والحصى البلورات
بعدسة (شكل ٢٨) وعين طعمها وقابلية ذوبانها
في الماء وتأثير تسخينها وقارنها بالمادتين اللتين
كوّنت منهما وبالجسم الصلب المجهز في تدريب
٣٤ (ب) . هل هي نفس هذا الجسم الاخير
أو تشابهه فقط ؟

(شكل ٢٨)
بلورات ملح كلوريد كبريت

تدريب ٣٦ — حامض الكلورديريك والبوتاسا الكاوية .

(١) أذب ٣ جرامات من البوتاسا الكاوية في ٥٠٠ سم^٣ من الماء وهن المخلوط
هنا جيدا وبين هل يمكن معادلته بإضافة محلول حامض الكلورديريك المستعمل
في تدريب ٣٤ (١) وإذا كان كذلك فما الحجمان اللذان من كل لاجداث التعادل ؟
(ب) جهاز جسا صلبا من محلول البوتاسا وحامض الكلورديريك وقارنه مقارنة
دقيقة بالمادتين الناتجتين في تدريبي ٣٤ (ب) و ٣٥ (ب) .

تدريب ٣٧ — حامض الكبريتيك والبوتاسا الكاوية — أوجد بالدقة
مقدار حجمي محلول البوتاسا الكاوية وحامض الكبريتيك اللذين لاجداث التعادل

وجهاز بتفاعلهما جسما صلبا وقارنه بالأجسام الناتجة في تدريب ٣٤ (ب) و ٣٥ (ب) و ٣٦ (ب) .

التعادل — إذا اختلط محلول حامض الكلوردرريك بالصودا الكاوية على نسبة معينة فإن خواص السائل الحادث لا تكون حامضية ولا قلووية إذ أنه لا يؤثر في عباد الشمس الأزرق أو الأحمر ولا يذيب الفلزات كالخارصين مثلا ولا يؤثر في الرخام ومهما ذكر لا يحرق الجلد ولا يأكل القماش ومن هنا جاء الاختلاف بينه وبين القلوى والحامض اللذين تركب منهما ويقال للمحلول "متعاد" أى أن خواصه لا حامضية ولا قلووية .

تجهيز محلول متعاد — يمكن تجهيز محلول متعاد من محلولين من الحامض والقلوى فبعد هن كل منهما وحده هنا تأخذ حجما معيناً من محلول الصودا الكاوية في دورق ونضيف اليه من محلول عباد الشمس ما يكفي لصبغه ثم نسكب فوقه حامض الكلوردرريك تدريجاً حتى يصير اللون أرجوانياً وهنا لو أضيفت نقطة واحدة من حامض الى المحلول لكفت في تغيير لونه الى الحمرة ولو أضيفت اليه نقطة واحدة من قلوى لصيرته واضح الزرقة .

ويمكن أن يحسب كما يأتي :

إذا كان ٢٥ سم^٣ من محلول الصودا يتعادل باستعمال ٢٨,٧ سم^٣ من الحامض .
 حينئذ ١٠٠ سم^٣ من هذا المحلول تتعادل باستعمال ١١٤,٨ سم^٣ من الحامض .
 فإذا اختلط المحلولان بهذه النسبة فالنتائج يكون متعادلا ولكونهما هنا في بادئ الأمر يمكن اعتبار أن الحامض والقلوى منتشران تمام الانتشار في جميع أجزاء المحلول أى أن المجموع المتساوية من محلول الحامض تحتوى على أوزان متساوية من الحامض نفسه، وكذلك في الصودا فهذا يدلنا على أن لكل وزن من الحامض وزنا معيناً من الصودا الكاوية يحدث فيه التعادل .

نائج المحلولات المتعادلة — إذا تكون محلول متعاد بمزج محلولي الحامض والقلوى بنسب معلومة وبخار المخلوط حتى جف حدثت بلورات بيضاء اللون تظهر عند لفحصها بعدسة في شكل مكعبات صغيرة (شكل ٢٧) ولا تتغير عند تسخينها في أنبوبة زجاجية ولا تنصهر وإذا تركت في الهواء لا تمتص منه ماء ولكنها تذوب حالا في الماء وخواص محلولها لا حامضية ولا قلووية وعند بخره لا يصعد منه بخار حامض وطعم هذه البلورات،

والمحلول أيضا يشابه طعم ملح الطعام وبمقارنة هذه البلورات بكلتا المادتين المتكوّنة منهما يرى أن القلوى وحده لا يكون بلورات على شكل مكعبات وينصهر عند تسخينه ويختص الماء من الهواء ويحرق الجلد الى حد أنه لا ينبغي ذوقه إلا اذا كان في محلول مخفف جدا، ويرى أيضا أن الحامض سائل طيار يذهب بالبخر مكونا بخارا حامضا ولا يترك وراءه بقية فالمادة الجديدة تختلف في جميع خواصها عن الحامض والقلوى تمام الاختلاف .

وإذا أنعم النظر في الأجسام التي عرفناها آتيا يرى أن هذا الجسم الحديدي يشابه ملح الطعام تقريبا فذوقه وشكله البلورى وفعل الحرارة فيه تتطبق على الملح، وهذه الخواص وحدها لا تكفى ولكن تعيين قابلية ذوبانه في الماء ينفي كل شك فقد وجد أن ١٠٠ جرام من الماء في درجة حرارة ١٥° مئوية تذيب ٣٥,٧ من الجرامات منه وهذه بينها قابلية ذوبان ملح الطعام في هذه الدرجة من الحرارة .

التعادل هو تغير كيميائي — مما سبق يرى أنه لا مندوحة من أن نستنتج أنه اذا خلط محلول حامض الكلورودريك بالصودا الكاوية اختفت المادتان تماما ويحدث مادة جديدة مخالفة لما كل المخالفة وهي ملح الطعام ويسمى كل تغير كهذا نتج من تحول مادة أو عدة مواد الى مادة أخرى مخالفة للأولى بالتغير الكيميائي، ومن هنا نفهم ماهية علم الكيمياء فانه يبحث فيه عن التغيرات الكيميائية بخلاف الطبيعة فانه يبحث فيها عن التغير الطبيعي للسادة في خواصها من غير أن تتج عنها مادة أخرى قتمفطس قضيب من الفولاذ مثلا تغير طبيعي لأن القضيب يصير مغناطيسا وله فيما عدا ذلك جميع خواص الفولاذ .

تعادل حامض الكبريتيك والصودا الكاوية — هنا أيضا يمكن تكوين محلول جديد من محلولي حامض الكبريتيك والصودا الكاوية يكون متعادلا ليس له خاصة من الخواص التي لمحلول الحامض أو لمحلول القلوى فاذا ماجف نتج جسم بلورى يختلف تمام الاختلاف عن كلتا المادتين المتكوّنة منهما طعمه ملحي إلا أنه لا يشابه ملح الطعام في تبلوره بل يختلف عنه في كونه يحتوي على ماء التبلور وعند تسخينه تنصهر البلورات وتفقد ماء تبلورها واذا فحمت الحبيبات الطبيعية الثابتة لهذا الجسم الصلب الجديد يرى أنه هو المادة المعروفة باسم "ملح جلوير" .

المواد المتكوّنة في حالات أخرى من التعادل — يمكن تكوين محلولات متعادلة بخلط أى حامض بقلوى ويختر المحلول ينتج جسم صلب بلورى ملحى الطعم فى الغالب فإذا اختلط حامض الكلورديريك بالبوتاسا الكاوية وكوّننا محلولاً متعادلاً فمعد بخره يحصل جسم صلب يشابه ملح الطعام فى خواصه حتى يتعسر التمييز بينهما إلا بمقارنة قابليتهما للذوبان فى الماء إذ يظهر منها أنهما جسمان مختلفان .

ولا فرق بين الجسم المتعادل المكوّن من حامض الأزوتيك والبوتاسا الكاوية وبين ملح البارود وتسمى المواد المكوّنة من الحوامض والقلويات "بالأملاح" لمشابتها للملح الطعام فيكون لكلمة ملح معنيان فهى تدل على ملح الطعام وعلى المواد العديدة المكوّنة من حامض وقلوى والتعادل يعتبر تعبيراً كيميائياً إذ يتكوّن ملح جديد من كل حامض وقلوى ولكل وزن معين من الحامض وزن محدود من القلوى لإحداث التعادل .

أوزان الحوامض والقلويات اللازمة لإحداث التعادل — بمقارنة جمعى الحامض والقلوى اللازمين لإحداث التعادل نرى أمراً غريباً، فإذا فرض أن ١ سم^٣ من محلول الصودا الكاوية تعادل باستعمال ٠.٩ سم^٣ من حامض الكلورديريك أو ١.٢٦ سم^٣ من حامض الكبريتيك فإن جمعى حامض الكلورديريك وحامض الكبريتيك اللازمين لتعادل ١ سم^٣ من أى محلول من محلولات البوتاسا يكونان بنسبة ٠.٩ الى ١.٢٦، فإذا لزم لكل ١ سم^٣ من محلول البوتاسا ١.١ سم^٣ من محلول حامض الكلورديريك لزم له ١.٥٤ سم^٣ من محلول حامض الكبريتيك ونتوقف صحة هذه الأعداد على درجة تركيز المحلولات وتظهر هذه الخلاصة فى جميع الأحوال .

أسئلة على الباب الخامس

- (١) اذكر بعض الخواص الشهيرة للقلويات وبين ما تجرّبه من الاختبارات حتى تعلم هل هى خفيفة أو كاوية ؟
- (٢) كيف تجهز مادة متعادلة من حامض وقلوى ؟ هل هذا التغير كيميائى أو طبيعى ؟ عزز قولك بالبرهان .
- (٣) ما الخواص العامة للحوامض الشهيرة ؟ مثل .
- (٤) سمّ ملحّين مشهورين غير ملح الطعام وصف مظهرهما .

(٥) إذا كان جسم صلب أبيض يذوب قليلا في الماء ويصير محلول عباد الشمس الأحمر أزرق ويكون بلورات عديمة اللون لا تؤثر في ورق عباد الشمس الرطب عند إذابتها في حامض الكلورودريك وبخرها فاذا كرا إلى أى نوع من المواد يناسب هذا الجسم الأبيض .

تمارين عملية

- (١) اختبار الجير الحى وضع قطعة منه في الماء ثم أضف إليها بالتدريج كمية من حامض الكلورودريك تساوى الماء في الحجم ثم يرشح السائل ويضرح حتى يجف .
اختبر الجسم الحادث وقل إلى أى نوع من المواد يناسب .
- (٢) اختبار حامض الطرطريك وأذب كمية قليلة منه في الماء وقارن بين خواص المحلول وخواص محلولات الحوامض الشهيرة .
- (٣) أبرمعة اختبارات ثبت بعدها في كون الجير من القلويات الكاوية أو الخفيفة .
- (٤) اختبار ملح النوشادرويين هل هو أكثر مشابة للحوامض أو القلويات أو الأملاح ؟

الباب السادس - في صدأ الحديد

(١٦) صدأ الحديد

تدريب ٣٨ - سبب صدأ الحديد .

- (أ) اكتب ما تعلمه عن سبب صدأ الحديد وبين ما تفعله ليصدأ أو ما تفعله إذا كان في حجرة جافة وأردت أن يصدأ .
- (ب) ضع قطعة من الحديد اللامع في اناء مقفل معلق فيه كيس يحترق على جانب من كلورور الكلسيوم الجاف واذكر ما يكون أثر الكلورور (انظر تدريب ١٥ « أ » وصفحة ٤٢) وبعد بضعة أيام اختبر الحديد لترى إلى أى حد صدئ ثم أخرج الكلورور وضع على الحديد قليلا من الماء وأعد اختبار الحديد بعد بضعة أيام .
- (ج) جهز ما يملأ دورقا من الماء الخالى من الهواء المذاب كما هو مبين بتدريب ٢٥ وبعد تبريد الماء أسقط فيه سلكا ملفوفا من حديد لامع وأقلل الدورق حالا وبعد بضعة أيام بين إلى أى حد صدئ الحديد .

(٥) وفي أثناء ذلك ضع شيئاً من الحديد المنسحق بالماء على زجاجة ساعة واختبره مع ما استعملته في التدريب السابق وقارن النتيجة .

تدريب ٣٩ — خواص صدأ الحديد — خذ شيئاً من صدأ الحديد الذي يمكن الحصول عليه مكتسباً من قطع الحديد المعرضة للجو وقارن خواصه الطبيعية بخواص الحديد بما في ذلك من اللون واللين والقسوة والكثافة . هل تعتبر الحديد وصدأه شيئين مختلفين ؟

تدريب ٤٠ — هل يتغير وزن الحديد إذا صدأ ؟

(أ) حقق هل ينبر صدأ الحديد وزنه ؟ وذلك بأن تزن شيئاً من برادته (١) الجافة على زجاجة ساعة مع محرك من النحاس ثم أضف قطرات من الماء الى الحديد واتركه يوماً على الأقل وإذا صدأ فاكشف طبقة جديدة لم تصدأ بخفة وندها ثانية واحترس من أن ترتج من البرادة شيئاً وكرر هذه العملية الى أن يصدأ الحديد عن آخره وبعد تجفيفه في فرن الهواء الساخن أوجد وزنه مع زجاجة الساعة والمحرك وبين هل تغير الوزن ؟

(ب) أجب عن الأسئلة الآتية أثناء شرح نتيجة عملك :

(١) هل يصدأ الحديد في الهواء الجاف ؟

(٢) هل الماء وحده سبب صدأ الحديد ؟

(٣) هل صدأ الحديد تغير كيميائي أو طبيعي ؟

(٤) من أى المصادر يمكن أن تحدث زيادة وزن الحديد اذا صدأ ؟

(جـ) ابحث عن إمكان كون زيادة الوزن من الهواء

وذلك بأن تملأ كيساً من الشاش ببرادة الحديد

وتعلقه داخل اسطوانة أو خنجر على قضيب

من الزجاج أو سلك من النحاس وبعد تنديده

البرادة تكس الخنجر في ماء غير عميق (شكل ٢٩)

ولاحظ ارتفاع الماء في الدورق وبعد قليل

من الأيام انظر هل حصل تغير ؟ وقرأى

الأشياء قد استعمل أثناء طُورِ الصدأ ؟



(شكل ٢٩) قل برادة الحديد في الهواء

(١) يجب قل استعمال البرادة المستعمدة في هذه التجارب أنت تفصل بالكمول التجارى وهو يغلى ويهفف لازالة المادة الدهنية بها .

الشروط الضرورية لصدا الحديد — من المعلوم أن الحديد يصداً عند تركه معرضاً للجو أى أن سطحه يغطى ببطء بقشرة خشنة من مادة سمراء تختلف اختلافاً بيناً عن الحديد فب سبب هذا الصدا ياترى ؟ الجواب : ان الحديد إذا ترك فى قنينة جافة محكمة الاقفال ولو مدة أسابيع لا يصداً لاسيما إذا وضع فى القنينة مادة مثل كلورور الكلسيوم تمتص الماء من الهواء وإذا أدخل الماء القنينة أخذ الحديد يصداً بعد بضع ساعات فيظهر أنه يلزم لصدا الحديد وجود الماء وهذا لاشك يوافق عرف العامة وهو أن الأشياء المصنوعة من الحديد لا تصداً فى الأمكنة الجافة إلا اذا ابتلت بالماء .

هل الماء وحده يسبب صدا الحديد ؟ — لاستنباط ذلك توضع قطع من الحديد اللامع فى دورق مملوء بالماء المقطر بعد إزالة الهواء منه بالاغلاء (صفحة ٤٢) ويحكم اقفاله بسداد فيرى أن الحديد لا يكاد يصداً مهما طال وجوده بالدورق مادام الصمام محكما فيظهر أن وجود الماء وحده ليس سببا كافيا فى صدا الحديد ويلاحظ من جهة أخرى أن الحديد المبلول فى إناء مفتوح يصداً بسهولة كما حصل فى انخراج كلورور الكلسيوم من الدورق وادخال الماء فيه . ولما كان الهواء هو المادة الوحيدة الأخرى بالدورق تعين أن نسأل هل للهواء دخل فى صدا الحديد ؟ ومع ذلك رأينا فى حالتين أن الحديد لا يصداً : (١) بوجود الماء وحده بغير هواء (٢) بوجود الهواء وحده بغير الماء ولكنه يصداً بسهولة إذا كانا معا فلا بد من الهواء والماء لصدا الحديد .

هل صدا الحديد تغير كيميائى ؟ — الحديد فى حالة النقاوة فلز أشهب اللون لامع متين جداً غير هش بحال يمكن طرقه وصعبه حتى يصير أسلاكاً ، أما الصدا فهو مادة كدرة سمراء هشة حتى تنفتت إذا طرقت وكثافة الحديد تساوى ٧,٨ تقريباً مع أن كثافة الصدا لا تساوى إلا ٢,٥ فقط فصداً الحديد مادة مختلفة اختلافاً كلياً عن الحديد وبذا يكون تحول الحديد الى صدا تغيراً كيميائياً إذ حصل منه مادة جديدة وقد رأينا فى الباب السابق أن التغير الكيميائى الذى أنتج ملح الطعام حدث من تفاعل مادتين هما الحامض والقلوى وهنا يسأل : هل الصدا يتكوّن من الحديد فقط أم هل هناك مادة أخرى تشارك فى أحداث التغير الكيميائى ؟

تغير وزن الحديد عند صدته — وزنا قطعا من الحديد الخاف فى زجاجة ساعة وبللناها ثم تركناها تصداً فلوحظ تغير فى الجوانب المعرضة للهواء فقط قلب الحديد

بمحرك معلوم الوزن وبلل حتى صدئ الحديد كله تقريبا ثم جفف الصدئ جيدا لازالة ما يمكن أن يكون فيه من الماء ووزن فلوحظ أن الوزن زاد فمن أين أنت هذه الزيادة ؟ إذا وجدنا أن مادة تقلت نظن أنه لا بد أن قد أضيف إليها شيء ولو تقل حيوان أو نبات فانما ذلك بسبب وصول الغذاء إليه ولا بأس هنا من أن نجري على هذه الفكرة في التفاعل الكيميائي فنتظر عند زيادة وزن مادة الى ما حولها من المواد لنعلم هل هذه الزيادة مستفادة من تلك الأجسام .

مصدر زيادة الوزن عند صدأ الحديد — يبتأ أن الحديد انما يصدأ اذا جاور الهواء والماء معا فهل زيادة الوزن من أحد هاتين المادتين ؟ لأجل أن نعرف هل للهواء دخل فأخذ كيسا من الشاش ونضع فيه حليدا رطبا ونعلقه داخل دورق (شكل ٢٩) ننكسه في الماء حتى لا يدخله الهواء أو يتسرب منه وبعد بضعة أيام يرى أن الماء قد ارتفع في الدورق إما أن يكون الهواء قد انكش وإما أن يكون قد اختفى منه بعضه ولكن باختبار الحديد يرى أنه صدئ ولو أضفنا الى هذه الحقيقة حقيقة أخرى هي زيادته في الوزن بسبب الصدأ اتضح أن الحديد أثناء صدئه يمتص مادة من الهواء وأن الهواء له دخل في إحداث التغير الكيميائي وهنا يجب أن نلاحظ أن الماء يجوز أن يكون له فضل في هذا التغير لأننا لما قطع بأن الهواء وحده هو الذي أحدث زيادة الوزن فلربما كان بعض الماء قد استعمل أيضا .

(١٧) تأثير الصدأ في الهواء

تدريب ١٤ — اختبار الهواء الذي صدئ فيه الحديد .

- (١) أعد تجهيزتين كما هو مبين بتدريب ٤٠ (ح) واترك المخبرين حتى يبقى ارتفاع الماء ثابتا فيهما بعد مضي يوم وبتن ارتفاع الماء بالصاق قطعة ورق مغرية .
- (ب) ثم اخبر ما في أحدهما بأن ترى أولا هل يختلف في مظهره عن الهواء المعتاد ؟ ثم تقفل فوهة المخبار بلوح من الزجاج وترفعه من الماء جاعلا الفوهة الى أعلى ثم تدخل فيه شمعة رفيعة موقدة أو ورقة ملتهبة مثلا وتراقب ما يحدث .
- (ح) أدخل في المخبار الثاني قطعة من سلك حديدي لامع بحيث لا يدخل معها هواء وبعد بضعة أيام أنظر هل صدئ السلك ؟

- (٥) إذا خفصت ما في المخبارين من الغاز فعين حجم الماء الكافي لتكملة ملتهما وعين أيضا مجملهما الكلي ومن ذلك احسب (١) حجم الهواء الذي استعمل (٢) حجم الهواء الباقي ونسبة الهواء المستعمل في الصدا إلى الهواء الكلي .
- (هـ) اكتب شيئاً عن مشابهة الغاز الذي بقي بعد الصدا للهواء العادي ومغاфته له .

الهواء الذي صدى فيه الحديد — إذا صدى الحديد في اناء مقفل فان بعض ما فيه من الهواء يستعمل ويبقى الجزء الأكبر وباجراء تجارب على نحو ما بصفحة ٥٩ (شكل ٢٩) يرى أن الماء لا يبلغ أكثر من خمس ارتفاع أحد المخبارين وربما كان ذلك من انقطاع عملية الصدا على عقب تغطية سطح الحديد المعرض للهواء بقشرة من الصدا ولكن اذا ملئت قطع من الحديد اللامع وأدخلت المخبار من غير أن يتسرب فيه الهواء أثناء ذلك لا يظهر عليها علامات الصدا ولا يستعمل غير ما استعمل من الهواء من قبل وهذا مما يدل على أن الهواء الباقي في المخبار قد تغير بعض الشيء لأنه فقد قوة المساعدة على الصدا وليس هذا كل ما في الأمر فإذا أدخلت فيه شمعة رقيقة موقدة تطفأ في الحال وكذا كل ملتب من الورق والخشب وغيرها ولا يمكن أى حيوان أن يعيش فيه كما بين ذلك رذوفد الكيمياء الانجليزي وهو أول من اختبر خواصه ولهذا يعرف بالهواء غير الفعال .

أسئلة على الباب السادس

- (١) إذا وضع في قنينة شيء من برادة الحديد المبلولة وأقفلت بسداد وتركت بضعة أيام ثم نكست فوهتها في الماء وزرع السداد فإذا نتوقع حدوثه ؟
- (٢) ما الأدلة القائمة على أن صدا الحديد تغير كيميائي ؟
- (٣) إذا خلقت كيس فيه برادة الحديد مبلولة داخل قنينة فوهتها في الماء وترك بضعة أيام فما التغير الذي يمرض (١) للحديد (ب) لهواء القنينة ؟
- (٤) اشرح التجارب التي توهم سبب صدا الحديد اذ مرض للهواء الرطب .
- (٥) إذا كان الحديد لا يصدأ في الماء النقي أو في الهواء الجاف فما التجارب التي تبين الحالتين ؟ وما النتائج التي تستنبطها من ذلك ؟

تمارين عملية

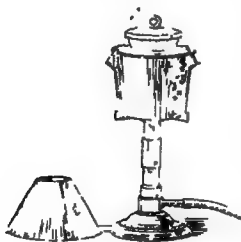
- (١) خذ أنبوبة طويلة واقفل أحد طرفيها وبلل جوفها وذر فيها شيئاً من برادة الحديد ثم ثبتها بحيث تكون فوهتها منكسة في الماء واتركها حتى يمتص الحديد ما يمكنه من الهواء ثم احسب مقدار ما يستعمل من الهواء في المائة في صدأ الحديد .
- (٢) عيّن بالضبط فعل حامض الكبريتيك المخفف في صدأ الحديد . اذا رجع المحلول ويَجَرَّ حتى ظهرت بلورات فصفها وقارنها بالبلورات الحادثة من ذوبان الحديد في حامض الكبريتيك وبيّج المحلول .
- (٣) هل يصدأ الحديد بوضعه في ماء الحنفية المعتاد ؟ الى أى حد تلت نتائجك على أن الهواء يذوب في الماء ؟

الباب السابع - في الاحتراق . الأكسجين

(١٨) نتائج تسخين الفلزات

تدريب ٢٤ - تأثير الحرارة في الفلزات :

- (أ) امسك بملقط قطعة صغيرة من النحاس والتصدير والمارصين وقطعة من شريط المغنسيوم وأخرى من سلك حديدى سميك وسخنها في اللهب الى درجة الاحمرار واتركها في هذه الدرجة بضع دقائق ثم حوّلها عن اللهب وعيّن بالضبط التغير الحادث والمولدات الناتجة في كل حالة .
- (ب) سخن نحو ربع متر من تريط المغنسيوم بعد وزنه في بودقة وعند ما يجرق ضع الغطاء فوق البودقة حتى تكون مقفلة تقريباً وحالما تبرد زنها وبيّن ما حصل من التغير في الوزن .



(شكل ٣٠) الفرن العازل

(ج) إذا أمكن الحصول على الفرن العازل^(١)

(شكل ٣٠) مسخن فيه قطعاً من صفيحة

(١) هو الذى يمرل أشعة الوقود المستعمل في التسخين من الأشعة الحاصلة من الجسم المسخن .

نحاس في بودقة كما فعلت في المغنسيوم لترى هل حصل تغير في الوزن مع ترك البودقة في الفرن بدون غطاء نحو ثلاثة أرباع الساعة على الأقل ؟

(٥) كرر تجربة (ح) مستعملا سلك الحديد بدلا من النحاس .

ما يحصل من التغير عند تسخين الحديد — عرف الناس قديما أنه إذا سخن فلز تسخيننا مستمرا فإنه يأخذ تدريجا في التحول الى مادة أخرى مخالفة للسادة الأولى في مظهرها ، فالرصاص مثلا هو فلز أثقوب كدر (دع أنه لامع عند أول قطعة) إذا سخن في بودقة ينصهر أولا ثم يملوه زبد ملون ثم يصير أخيرا مسحوقا أصفرا أو أحمر بعد تبريده لا ينصهر بسهولة .

كذلك النحاس ذلك العازل الأحمر اللامع اللدن الأبيض حتى يمكن طرده يستحيل بالتسخين الى مسحوق أسود كدر هش لا ينسب النحاس الأصلي في شيء .

وكذلك إذا سخن المغنسيوم ذلك الفلز الأبيض اللامع فإنه يشتعل ويستحيل الى مسحوق أبيض ناعم والخاصين والقصدير يشتعلان إذا سخنا بالبورى ويستحيلان الى مسحوق أبيض .

والرصاص إذا صهر وبرد يتحول الى جسم صلب لا يختلف عن أصله إلا في الشكل أى لم تتكون منه مادة جديدة وبذا نعتبر ذلك تغيرا طبعيا ولكن باستمرار التسخين يحصل تغير آخر فيتحول الرصاص الى جسم جديد مسحوق يكاد يختلف اختلافا كبيرا عن الأصل فهذا التكوين بالحديد كافي للدلالة على أن تسخين الرصاص في الهواء يحدث تغيرا كيميائيا فلنستبط أن التغير الذى يحدث من تسخين النحاس والمغنسيوم والخاصين والقصدير هو تغير كيميائى بدلالة تكوين مواد جديدة .

تغير الوزن بالتسخين الفلزات — يلاحظ في صدأ الحديد أنه قد ظهر مع التفاعل الكيميائى تغير في الوزن فهل يحصل مثل هذا في استحالة الفلزات الى مسحوقات ؟ والجواب هو أن نسخن في بودقة أوزانا معلومة من الرصاص والنحاس والمغنسيوم الأول والأخير على مصباح بزن وأما النحاس فيجب تسخينه في الفرن العازل أو أى فرن صغير وفى جميع هذه الأحوال يزيد الوزن بلا شك فالفلزات يزيد وزنها بالتسخين في الهواء ولكن من أين هذه الزيادة ؟ .



أنطوان لافوازييه (١٧٤٣ — ١٧٩٤)

Antoine Laurent Lavoisier

أصل زيادة الوزن عند إحماء الفلزات — يرى أن الحديد يزيد وزنه إذا صدى بأخذ بعض الهواء المحيط به (صفحة ٥٩) ولا نحال إلا أن الفلزات عند إحماها تكسب هذه الزيادة من الهواء وربما كان ذلك من اللهب وتكفى تجربة بسيطة للدلالة على أن أحد هذين الفرضين هو الحقيقة بعينها فإذا سخن المغنسيوم في بودقة محكم غطاؤها لا يتغير الوزن ومظهر الفلز ولا يحترق المغنسيوم إذ حس عنه الهواء ولقد قام لغوازييه الفرنسى الشهير منذ زمن يروى على مائتى عام وقب عن المصدر الحقيقى لزيادة وزن الفلزات فوضع من فلز القصدير مقدارا معلوم الوزن في موعجة ثم سخن فوهتها فأغلقها .

وبعد وزن الموعجة سخنها زمنا طويلا حتى تحوّل جزء من القصدير الى مادة سوداء وبعد تبريدها وجد أن وزنها يكاد يكون كما كان أولا ولما لم يدخل الموعجة أو يخرج منها شيء فقد انتمت فكرة أن للهب أو مجرد التسخين به دخلا في زيادة وزن القصدير .

ولما كسر رقبة الموعجة سمع صسوتا دالا على دخول الهواء ثم وزنها ثانية فوجد أنه قد زاد وزنها ولا شك أن هذه الزيادة هي وزن الهواء الذى دخلها ولما وزن القصدير وحده ثانيا وجد أنه زاد في الوزن زيادة تكاد تطابق وزن كمية الهواء الذى دخل الموعجة عند فتحها ووجد أيضا أن وزن الموعجة لم يتغير عما كان في بدء التجربة .

استنتاجات تجربة لغوازييه (Lavoisier) — بعد هذه التجربة تمكن لغوازييه من استنباط نتائج هائلة جدًا .

(١) من حيث أن وزن الموعجة لم يتغير بعد التسخين فلا شيء خارج الموعجة أثر في تغير وزن القصدير ومن حيث لم ينقص وزنها أثناء التجربة ينتج أن القصدير لا يكتسب هذه الزيادة من الموعجة نفسها .

(٢) من حيث أن هواء الموعجة قلّ حجمه أثناء التسخين بدليل دخول الهواء فيها عند فتحها وأن وزن الهواء الداخلى يكاد يساوى زيادة وزن القصدير فذلك يكاد يكون برهانا قاطعا على أن جزءا من الهواء يدخل في تركيب القصدير فيكون مادة سوداء .

فلا شك أن لغوازييه قد حلّ هذه العقدة فالفلزات المسخنة تزيد في الوزن لانحماها بجزء من الهواء .

(٣) من حيث أن الذى يتغير مهما طال التسخين إنما هو جزء من القصدير وأنه إذا كبرت المعوجة زاد الوزن المكتسب يتعين أن زيادة الوزن تدل على وزن الهواء المستعمل .

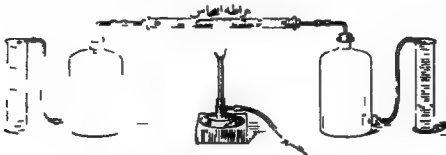
(٤) وبمعرفة الوزن الأصلي لهواء المعوجة تمكن لقوازيه من حساب نسبة جزء الهواء الذى اتحد بالقصدير الى الهواء الأصلي وقد وجد في جميع الأحوال أن وزن المستعمل من هواء المعوجة لم يبلغ قط ربع ما فيها مع أن معظم القصدير لم يتغير . وبذلك وصل لقوازيه الى حقيقة أخرى هي أن جزءا صغيرا فقط من الهواء (أقل من الربع وزنا) يدخل في الاتحاد وأن الباقي لا فعل له في القصدير المسخن فالهواء يتركب من غازين مختلفين أحدهما يتحد بالفلزات المسخنة والآخر ليس كذلك .

(١٩) الهواء غير الفعال

تدريب ٣٤ — تجهيز الهواء غير الفعال .

(أ) خذ قطعة من شريط المغنيسيوم بملقط وأوقدها بوضعها والذهب ثم ادخلها في خنجر مملوء بالهواء وضغط الفوهة بلوح عظم من الزجاج ثم انظر بعد ذلك هل تحترق قطعة أخرى من المغنيسيوم في هذا الخنجر ؟ فعند ما لا تحترق في هوائه فخرّب هل يمكن أن تحترق فيه أجسام أخرى مما يقبل الاحتراق ؟

(ب) جهز كثيرا من هذا الغاز بإصرار الهواء على نحاس مسخن وذلك بأن تسخن أنبوبة من زجاج متين طولها ٣٠ سنتيمترا تقريبا فيها مخروط النحاس وتقلل كلا من طرفيها بإسداد من الصمغ المرن قد هذنت فيه أنبوبة زجاجية تتصل بماس عند فوهته العليا ثم توصل بالقوهة السفلى لكل ماس أنبوبة من الصمغ المرن تنتهي بأنبوبة طويلة من الزجاج يصل طرفها الى قمر خنجر مدرج (شكل ٣١)



(شكل ٣١) تمرين الهواء على النحاس المسخن

ولیکن فی کل ماص من الماء ما یکنفی لتغطية الفتحة السفلی وفي کل مخبر مدرج مایعلاً ربعه ویغطی جزءاً من الأنبوبة الزجاجية والآن فارفع أحد المخبارین واخلض الآخر بالتبادل حتی یمخرج هواء کل من أنبوتی التوصیل ویحل الماء محله وبعد تعیین ارتفاع الماء فی المخبارین یضخ النحاس تسخیناً شديداً ویرفع أحد المخبارین وخفض الآخر یمتزج هواء الماصین طرداً وعکساً علی النحاس وهكذا یمجرى هذه العملية عدّة مرّات ثم دح الأنبوبة تبرّد وأنظر هل یجم الماء فی مخباری القیاس قد نقص؟ فإذا کان كذلك فلا شک فی أن هواء الماصین قد نقص أيضاً والآن یضخ النحاس وأمرّ علیهِ الهواء ثانياً كما سبق وأنظر هل یجم الهواء نقص؟ فإذا کان كذلك فاستمرّ فی امرار الهواء علی النحاس المسخن مرّة أخرى .

(ح) بعد وضع الجهاز بحيث یكون سطح الماء فی المخبارین فی مستوی أعلى قليلاً من مستوی سطح الماء فی الماصین افصل الأنبوبة المتینة وأقلل أنایب التوصیل لكل ماص بواسطة محبس ثم اختبر النحاس ولاحظ کیف تغیر ثم صل أحد الماصین بأنبوبة وصل (شکل ٣٢) لیستنی جمع ما فیهِ من الغاز فی مخاییر أو أنایب اختبار کبيرة فوق الماء ثم افتح المحبس وأطرد غاز الماص بصب ماء فی المخبر المدرج ؟



(شکل ٣٢) جمع الهواء غیر النعال فی مخیر

تدريب ٤ ٤ — خواص الهواء غیر النعال .

(ا) صف لون هذا الغاز ورأعته ویتن هل له تأثیر فی ورق عباد الشمس انبأول ؟
تنبيه : من حیث ان العصور یتب بسهولة یتبى تقطعه تحت سطح الماء ویجب أن یس بالأصابع مطلقاً .

(ب) أدخل فی المخاییر المملوءة بالغاز شمعة موقدة وعوداً من الکبریت مشتعلًا وأنظر هل یقیان مشتعلین ؟

(ح) هل يستمر احتراق كل من الكبريت والفسفور اذا وضعوا في هذا الغاز ؟ استعمل لذلك ملعقة الاحراق وهى عبارة عن فئجان صغير من الحديد ذى يد طويلة (شكل ٣٣) .

(د) ادخل في غبار مملوء بالهواء غير الفعّال كيسا فيه برادة الحديد كما في تدريب ٤٠ (ح) وأنظر بعد أيام هل حجم هذا الهواء قد قل ؟

(هـ) قارن بين خواص هذا الغاز وخواص الغاز المجهز في تدريب ٤١ « أ » (صفحة ٥٩) .



الجزء غير الفعّال في الهواء — وجدنا في الباب السادس أنه اذا صدئ الحديد في اناء مقفل يزول جره من الهواء ويبقى جزء أكبر منه كثيرا لا يصدأ فيه الحديد ولا تحترق فيه المواد القابلة (شكل ٣٣) لمعة الإحراق ومعنى ذلك أن الهواء اتهم بهذه الطريقة الى غازين مختلفين في الخواص كما نتج من تجربة التوازن في تسخين القصدير في اناء مقفل فيلبيح أن نبرهن إذن أن جزء الهواء الذى بقى غير مستعمل في صدأ الحديد هو من نوع جزء الهواء الباقى بعد اتحاد بعضه بالغازات فلذلك نجهاز ونختبر الغاز الذى يبقى بعد تسخين الغازات وخير وسيلة لذلك أن يمزج الهواء ببطء في أنبوبة زجاجية فيها غروط النحاس المسخن تسخيناً عظيماً (شكل ٣١) بشرط أن يكون هذا الهواء محبوساً في ماصين بواسطة الماء الذى يتصل بماء مخبرين مدرجين بواسطة أنبوبتين حتى اذا رفع أحد هذين المخبرين جرى منه الماء في الماص فيمتزج الهواء على النحاس الساخن واذا رفع المخبر الثانى حصل مثل ذلك وفي النهاية يعلو النحاس طبقة من مادة سوداء ويلاحظ أن الهواء في الماصين نقص في الحجم حتى يصل الى درجة لا ينقص بعدها فعند ذلك توصل أنبوبة وصل باحدى الماصين (شكل ٣٢) ويصبب في المخبر المدرج ماء فيطرد الهواء ويجمع في مخاير فوق الماء (شكل ٣٢) وهى خواصه بعد الاختبار :

- (١) هو غاز عديم اللون شفاف لا طعم له ولا رائحة .
- (٢) قليل الذوبان جداً في الماء .
- (٣) لذا وضعت فيه مواد ملتهبة كشعلة رفيعة أو شريط من المغنسيوم تنطفئ .

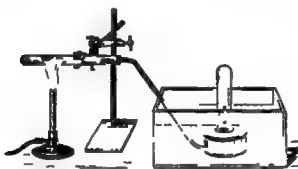
(٤) ولا تتغير فيه الفلزات كالحاس والقصدير إذا سخنت .

(٥) ولا يصدأ فيه الحديد المبلول .

فمن هذا يُرى أن الغاز يشابه جزء الهواء الباقي بعد صدأ الحديد على أن كثافتهما واحدة فلا يخلط إذا قُرنا أنه في صدأ الحديد واحتراق الفلزات في الهواء يبقى غاز واحد بلا استعمال وقد سمى "بالأزوت (النيتروجين)".

(٢٠) جزء الهواء الفعال

تدريب ٤٥ — تجهيز جزء الهواء الفعال — ضع في أنبوبة زجاجية متينة



(شكل ٢٤)
تجهيز الهواء الفعال

نحو ١٠ جرامات من الرصاص الأحمر الذي ينتج من إحماء الرصاص في الهواء بضعة أيام ثم اقلعها بسداد محكم من الصمغ المرن تنفذ منه أنبوبة وصل (شكل ٣٤) ويضخ الرصاص الأحمر أولاً تسخيناً هيناً ثم شديداً وجامع الغاز المتكون في أنابيب فوق الماء.

تدريب ٤٦ — خواص جزء الهواء الفعال .

(١) لاحظ مظهر هذا الغاز ورائحته وبين هل هو شديد القابلية للذوبان في الماء؟ ثم أدخل في إحدى الأنابيب حود كبريت ملتهب أو شمعة موقدة وفي الأخرى طرف حود كبريت متوهج وما هي الأدلة أن هذا الغاز هو جزء الهواء الفعال الذي يزول بعد احتراق المواد فيه ؟

(ب) ضع في أنبوبة أخرى مملوءة بهذا الغاز كيساً محتويًا على برادة الحديد الرطبة كما هو مبين بتدريب ٤٠ (ح) واتركه بضعة أيام ثم انظر هل صدأ الحديد واستعمل جميع الغاز ؟

(ح) يلزم للتجارب الآتية مقدار كبير من هذا الغاز ويمكن تجهيزه بتسخين مخلوط ثاني أكسيد المنجنيز مع كلورات البوتاسيوم في أنبوبة متينة من الزجاج وجمع الغاز فوق الماء كما هو مبين بتدريب (٤٥) .

(د) ضع في غلاير الغاز مواد ملتهبة كالخشب ونغم الخشب والكبريت والمغنيسيوم والفسفور (راجع التنبيه الوارد بصفحة ٦٥) ويمكن اجراء ذلك باستعمال ملقط أولمقة احراق كما في تدريب ٤٤ (ح) ولاحظ في جميع الحالات مظهر النتائج ورائحته ودرجه بالماء . هل صار الماء حامضيا أو قلويا ؟

(هـ) ثلوى قطعة من سلك حديدى ويلقى في طرفها جانب من قطن مندوف مبلل بالكحول ثم تمسك بملقط ويشعل القطن ويدخل الحديد في بخار فيه الغاز .

صف النتائج وبن هل يذوب في الماء ؟ وهل يصير هذا الماء حامضيا أو قلويا ؟

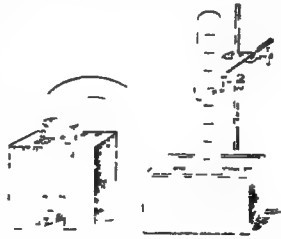
(و) هل لهذا الغاز نفسه فعل في ورق عباد الشمس المبلول أو في الماء المثلون بمحلول صبغة عباد الشمس ؟

(ز) والآن اجمع في جدول خواص هذا الغاز جميعها واكتب بجانب كل منها ما يقابله من خواص الهواء والأزوت لأجل المقارنة .

جزء الهواء الفعال — اذا سمحت الغازات في الهواء حصلت مواد أخرى أثقل منها ولا مرأى في أنها اتحدت بجزء الهواء الزائل وللحصول على هذا الجزء الهوائى الفعال يجب اختبار المواد المتكوّنة من الغازات كما فعل لفوازييه ولم ينجح في بادئ الأمر ولكنه تمكن من تصوّر خواص هذا الغاز فقال اذا كانت المواد تحترق في الهواء المعتاد ولا تحترق في الجزء سوائى غير الفعال لزم أن تستعمل اشتعالا شديدا في الجزء الفعال وبينما هو على فيرهدي في محله سمع من صديقه "بريستلى" (Priestley) الانجليزى أن المادة المتكوّنة

من تسخين الرثيق في الهواء تسخيننا متواصلا تنج عند تسخينها مرة أخرى زيتقا وظاا حليم اللون يساعد على الاعتراف بسهولة ويسمح للبريان أن تيسر فيه وقد حصل "بريستلى" أيضا على هذا الغاز العديم اللون من الرصاص الأحمر وهو المادة التي تحدث من إحماء الرصاص في الهواء .

ولتحقيق عمل "بريستلى" سيجب "لفوازييه" زيتقا بضعة أيام في معوجة تنهى رقيتها العوجاء في أنبوبة تحتوى على مقدار



(شكل ٣٥)

صورة تمثل الجهاز الذى استعمله "لفوازييه"

(أمام صفحة ٦٨)



يوسف بريستلي (١٧٣٣ — ١٨٠٤)

Joseph Priestley

معلوم من الهواء (شكل ٣٥) الذى أخذ ينقص تدريجاً بينما تكونت طبقة حمراء على سطح الزيت ثم جمع للغازية هذه المادة الحمراء بالدقة من فوق الزيت وصنعها فحصل على كمية من غاز عديم اللون تساوى بالضبط حجم الهواء المفقود من الأنبوبة وقد وجد أنه المواد تحترق في هذا الغاز مشتعلة اشتعالاً شديداً وتنفخ في الحيوانات بسهولة وقد سماه بالأكسجين .

تجهيز الأكسجين — يمكن عمل تجربة يرستلى بوضع قليل من مسحوق الزيتق الأحمر في أنبوبة عليها سداد وأنبوبة وصل (شكل ٣٤) موضوعة بحيث يمكن أن يجمع فوق الماء أى غاز تكون ويتسخن المسحوق يحصل غاز عديم اللون يمكن جمعه في أنابيب اختبار وخواصه هي خواص جزء الهواء الفعال كما يظهر ذلك بالفحص يشتعل فيه عود كبريت ملتهب اشتعالاً يفوق المعتاد لو وضعت فيه ففحة خشب متوجهة تنفجر لها وهكذا يمكن إجراء تجارب عديدة بعد إعداد مقدار وافر منه .

ويمكن الحصول على هذا الغاز بتسخين نتاج فلزات كثيرة أحمت في الهواء كما رأينا في تدريب (٤٥) في الرصاص الأحمر الناتج من إحماء الرصاص في الهواء والحصول على مقدار عظيم من هذا الغاز يسخن غلوط المادتين كلورات البوتاسيوم والبيروكسيد (ثاني أكسيد المنجنيز) وهما أرخص كثيراً من المسحوق الأحمر الحاصل من الزيتق ويستعمل لذلك جهاز يتركب من أنبوبة زجاجية متينة بها أنبوبة وصل لجمع الغاز فوق الماء ويحمل الغاز المجموع في المخاير الأولى لأن معظمه من الهواء الذى كان في الأنبوبة الزجاجية ثم تملأ عتلة أو إن واسعة ومخاير .

ولمعرفة أن هذا الغاز هو جزء الهواء الذى يتحد بالحديد أثناء صدئه يؤخذ كيس فيه برادة الحديد ويندى ويترك في غبار مملوء بهذا الغاز فإذا كانت آراءنا صحيحة يجب أن يصدأ الحديد حتى ينفد الغاز عن آخره (لأنه خمسة فقط) وهذا هو الواقع كما تدل التجارب إذ لا يفتأ الغاز أخذاً في الزوال حتى لا يبقى منه شئ أو حتى يعلو الماء فيغطى برادة الحديد.

تجهيز الهواء الصناعى — قد حصلنا الآن على الغازين المركب منهما الهواء منفصلين فلنتجهد الآن في تكوين الهواء نفسه بوضعهما معا على نسبة صحيحة فإذا نجحنا كان برهاننا قاطعاً أى أن الهواء يتركب من هذين الغازين بلا شك ولذلك نوضع برادة الحديد في غبار فيه هواء حتى تصدأ وعند ما يقف استكمال الهواء في الصددأ تؤخذ البرادة

ويضاف الى الهواء الباقي غاز نتج من تسخين كلورات البوتاسيوم مع البيروكسيد حتى يعود الحجم الى ما كان عليه قبلا ويلاحظ أن فعل هذا المخلوط الحديد كفعل الهواء المعتاد إذ يحترق فيه المواد القابلة للاحتراق ويصعد فيه الحديد كما هو الحال في الهواء بلا فرق فالهواء مزيج من الأكسجين والأزوت .

احتراق المواد في الأكسجين — ولنشرح الآن كيفية تأثير بعض المواد الأخرى عند احتراقها في الأكسجين فلذلك توضع المادة المراد اختبارها في ملعقة إحراق أو تمسك بملقط .

فلو أدخلت قطعة كبريت في زجاجة أكسجين فانها لا تتغير ولكن اذا سخنت حتى التهب وأدخلت في الغاز اشتعلت بلهب أزرق ناضر وامتلأ الاناء غازا خافقا لو رجع في الماء وأضيف اليه قطرات من محلول عباد الشمس لتحول لون المحلول الأرجواني أحمر فتمين أن يكون الغاز نفسه أو محلوله حامضيا .

وإذا سخن لحم الخشب في الهواء فلا تكاد تراه متوجها ولكنه اذا سخن وأدخل في الأكسجين فانه يتوج بشدة ولا يظهر له نتاج محسوس في الزجاجة فاذا وضع فيها ماء ورجت حصل محلول حامض أيضا ولا مرأه أن هذا النتاج غاز حديم اللون يحترق فيه الفسفور بلهب براق وينوب مسحوقه الأبيض في الماء بسهولة فينتج محلول حامض شديد .

وأما الحديد فيمكن أن يحترق في هذا الغاز بالطريقة الآتية وهي أن تلوى قطع من سلك منه حتى تصبح كخزعة يعلق بطرفها شيء قابل للاشتعال كالكبريت ثم يوقد ويغمر السلك في اناء الغاز فيشتعل الحديد ويحترق احتراقا شديدا فيرى بشرق في كل جانب ويتبع مادة سوداء لو رجحت في الماء لا يظهر لها أثر في عباد الشمس .

ويمكن أيضا امساك المغنسيوم بملقط وإشعاله في الهواء وإدخاله في الأكسجين فيحترق بلهب متوج يكاد يخطف الأبصار وينشأ منه مسحوق أبيض كالنتائج من إحراقه في الهواء محلوله في الماء يحول عباد الشمس الأحمر الى الزرقة تحويلا بطيئا .

وفي هذا المقام نذكر سبب تسمية هذا الغاز بالأكسجين ذلك أن المواد التي أحرقها لغوازيه فيه كانت كفحم الخشب والفسفور والكبريت والنتاج في كل منها متى أذيب في الماء يصير عباد الشمس الأزرق أحمر فاعتقد "لغوازيه" أن هذا الغاز في جميع الأحوال فسماه أكسجين وهي كلمة معناها باللاتينية "مكون الحوامض" .

خواص الأكسجين — نذكر الآن بعض خواص الأكسجين فالتطبيعية منها لا تختلف عن خواص الأوزون كثيرا فهو في درجات الحرارة المعتادة غاز عديم اللون لا رائحة له ولا طعم وقد رأينا أنه يمكن جمعه فوق الماء فهو بذلك لا يمكن أن يكون عظيم القابلية للذوبان فيه على أنه أعظم قابلية للذوبان من الأوزون ويلاحظ أن الغاز الحاصل من إغلاء ماء الحنفية فيه من الأكسجين أكثر مما في الجو .

أما من حيث خواصه الكيميائية فهو يختلف عن الأوزون اختلافا عظيما لأنه من أقوى المواد الفعالة المعروفة ومعنى أنه فعال أنه يقصد بمواد أخرى كثيرة وننتج أثناء الاتحاد كثيرا من الحرارة والضوء .

العناصر والمركبات — سبق أن بينا الفرق بين النقي والمخلوط من المواد والآن نميز نوعين من أنواع المواد الثقية كلا من الآنر ، فالجسم الأحمر الصلب الحادث من تسخين الزئبق في الهواء هو مادة ثقية ولكنه إذا سخن إلى درجة حرارة أعلى يتجزأ إلى زئبق وأكسجين فهو جسم مركب لا بسيط وإذا سخن الزئبق نفسه أو أعلى أو أجرى عليه غير ذلك من الأعمال فإنه لا يتجزأ إلى مادتين أخريين ولا نعرف أن هناك طرقا يمكن بها تحويل الزئبق إلى مادة جديدة إلا باتحاده بمواد أخرى ولكن هذا من قبيل الاضافة فالمادة الناتجة أهمل وزنا من الزئبق فهو أبسط من أى مادة تتكون منه وهناك مواد أخرى تشابه في ذلك فجميعها على ما نعلم لا يمكن أن تتجزأ إلى ما هو أبسط كما تتجزأ المادة المكونة من اتحاد الزئبق والأكسجين بالتسخين بل تتغير وتتكون منها مواد جديدة باتحادها بأشياء أخرى ولا غير ذلك ، فالمنسيوم مثلا إذا احترق يتحد بالأكسجين فيكون مسحوقا أبيض ناعما يختلف عن المنسيوم نفسه في كونه يحتوي على أكسجين وتسمى المادة التي كالزئبق والمنسيوم أى التي لا تتجزأ إلى مواد أبسط منها عنصرا ، فالأكسجين والأوزون والكبريت والرصاص عناصر وكل مادة تتكونت من اتحاد عنصرين أو أكثر تسمى "جسما مركبا" .

وتسمى مركبات الأكسجين مع غيره من العناصر "بالأكاسيد" كما تسمى مركبات الأوزون مع غيره من العناصر "بالأزوتيدات" والمواد الثقية إما بسيطة وإما مركبة ولكن ينبغي أن تميز المركبات من المخلوطات فكل حبة من أكسيد الزئبق الأحمر لا تختلف عن غيرها في الخواص ولا يمكن النظر إليها وتمييز عنصرها الأكسجين والزئبق

كل على حدته بخلاف المخلوط فإنه يتكوّن من مادتين قهين ممزوجتين أو أكثر من مادتين لكل وجود مستقل فلو سحق الدقيق والسكر معا واخلطنا خلطا تاما لتعذر تمييز أحدى المادتين بمجرد النظر ولكنه يسهل تمييزهما بواسطة الميكروسكوب فترى حبات كل منهما متميزة عن الأخرى وكثيرا ما يفسح الشاى بمزجه بالطفل أو الرمل بل وبرادة الحديد بمحق عظيم حتى يتعذر كشف الغش ولكن إذا أضيف الماء اليه رسبت هذه المواد وظهرت جليا بالميكروسكوب إن لم يكن بالعين وحدها ومن هذه الأمثلة يظهر الفرق بين المركبات والمخلوطات ، ففى الجسم المركب تتحد العناصر حتى يستحيل رؤيتها ولو بأى الميكروسكوبات ولا تُعزل إلا بتغيير كيميائى ، فخواص الجسم المركب الطبيعية هى خواص المادة النقية أى المفردة .

(٢١) التلاشى الظاهرى للواد أثناء الاحتراق

”تفسير : اقرأ تيه (صفحة ٦٥) قل لمس الفسفور وامل النرة داخل نارة الأبنزة“ .

تدريب ٤٧ — المواد التى تقل فى الوزن عند احتراقها .

(١) احرق فى غطاء بودقة قطعة من الفسفور بعد تجفيفها بورق التنشيف ووزنها مع الغطاء .

أوجد وزن الفسفور بعد الاحتراق وحاول تفسير ما ترى .

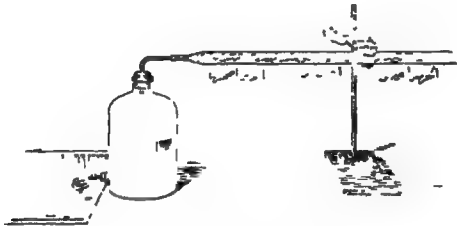
(ب) أوقد شمعة بعد وزنها وبين هل يزيد وزنها أو ينقص ؟ ثم أمسك قعما كبيرا من الزجاج فوق لمب شمعة واذا كر دليلك على تكوين نتاج يتسرب فى الهواء أثناء الاحتراق .

(ج) امسك قعما من الزجاج فوق لمب مصباح بزن . هل ترى مادة تكونت هناك ؟

سبب نقص وزن بعض المواد أثناء احتراقها — يمكن القول بدون مغالفة للمقول أن قل أكثر المواد التى تحترق فى الهواء ليس كغسل النحاس أو فلزات أخرى ، فالشمعة الموقدة تذهب عن آخرها ولا يبقى منها غير قطعة صغيرة من الذبالة والخشب المحترق لا يترك من الأثر إلا ما نراه من الرماد الذى يقل كثيرا عن المادة الأصلية وزنا والمادة التى تبقى بعد احتراق الفسفور فى الهواء لا يكاد يكون لها وزن وليس بعسير مع ذلك فهم سبب اختلاف هذه المواد عن الفلزات فان مجرد التفكير كاف أن يدلنا على أن الفسفور عند إحراقه فى مخبار أو تحت ناقوس يرى أن الأكسيد الحادث عبارة

من بخار كثيف أبيض يستقر فاذا برد على شكل مسحوق أبيض ناعم فهذا البخار نفسه يضيئ عند إحراقه في الهواء النخالص ولكنه إذا جمع يكون وزنه أثقل بكثير من وزنه قبل الاحتراق .

تؤخذ أنبوبة زجاج مثبته وتحشى بالحرير الصخرى على طول ثمانية مستقيمات ثم توضع قطعة من الفسفور وتسد الأنبوبة بعدها بالحرير الصخرى أيضا ويسد وزن الجميع يوصل طرف الأنبوبة الرفيع بمصاص يقطر منه الماء يبطه لينجذب الهواء الى الأنبوبة (شكل ٣٦) وهنا تسخن الأنبوبة حتى يلهب الفسفور فيصعد بخاره ويرد بتيار الهواء المجهوب جذبا بطيئا الى داخل الأنبوبة ويستقر في ثنايا الحرير الصخرى فاذا انتهت التجربة بعد أن يبرد الأنبوبة يرى أن الوزن قد زاد فتأرجح إحراق الفسفور أثقل من الفسفور نفسه .



(شكل ٣٦) جمع الناتج الحادث من إحراق الفسفور

والخشب وشم الخشب والكبريت تكون أنقجة غازية عند إحراقها في الأكسجين (صفحة ٦٨) تذهب هباء في الهواء مالم يجمع ويحفظ يمكن بيان أنها أثقل من المواد الأصلية وكذا الحال في الشمع الذي يذهب عن آخره إذا أوقد فيتكون نتاج يذهب في الهواء كما يستدل على ذلك إذا عرض سطح زجاجة باردة للهب حيث يتراكم قطر من سائل عديم اللون ويحصل مثل ذلك أيضا إذا عرض هذا السطح نفسه للهب مصباح بترن وهذا السائل هو أحد أنقجة احتراق غاز الاستصباح وستفحص كثيرا من الأنقجة الغازية فيما بعد .

مجهز الأكاسيد — جهزنا عدة أكاسيد باحراق مواد في الأكسجين وبهذه الطريقة يمكن تحضير أكاسيد الكبريت والفسفور والكربون (وهو الاسم الكيميائي

للمادة التي يترب منها غم الخشب) والحديد والتصدير والمغنسيوم على أن معظم هذه المواد (ماعدا التصدير والحديد) تحترق أيضا في الهواء وبذا تتكون الأكاسيد وأما الخارصين فانه يحترق في الهواء أو الأكسجين إذا سخن بلهب البورى مكونا أكسيد الخارصين وهو مسحوق أبيض ناعم وفي بعض الفلزات تجهز الأكاسيد تجهيزا أهم بإحماها في الهواء أو الأكسجين إحما بطيئا وبهذه الطريقة يجهز أكسيد النحاس الأسود وأكسيد الزئبق الأحمر ويلاحظ أن التصدير إذا أحمى في الهواء يتكون منه أكسيد أسود ولكنه إذا سخن بلهب البورى يلهب ويكون أكسيديا أبيض ويمكن تكوين أكسيدين من الرصاص على حسب درجة حرارة تسخينه فيأحماها طويلا في درجة حرارة منخفضة بعض الشيء يقول الى الأكسيد المسمى "ميتوم" أو الرصاص الأحمر وإذا رفعت درجة الحرارة نتج الأكسيد الأصفر المسمى "المترك الذهبي (لثارج)" وأنا لنجد بتسخين مقدار معلوم الوزن من الرصاص الأحمر في أنبوبة اختبار أنه يفقد بعض وزنه مع اقتراف شيء من الأكسجين (تدريب ٤٥). ويبقى اللثارج في الأنبوبة فكية الأكسجين في اللثارج أقل منها في الرصاص الأحمر وإذا فصل الأكسجين عن اللثارج بأى طريقة فالباقي هو فلز الرصاص .

ويجب هنا ملاحظة أن أكاسيد الفلزات هي مسحوقات بيضاء أو ملونة مع أن أكاسيد غير الفلزات هي في الغالب غازية أو سهلة التحويل الى غاز كما في الفسفور وأكاسيد غير الفلزات تكون محمولات حامضية عند إذابتها في الماء وهذا نادر الحصول في أكاسيد الفلزات وإنما يتكون من أكاسيد بعض الفلزات (كالمغنسيوم) محمولات قلوية في الماء وعند تسخين كثير من الأكاسيد تنجز الى جزأها الاكسجين والمادة الأخرى الداخلة في تكوينها فعند تسخين أكسيد الزئبق الأحمر ينتج أكسجين وزئبق وإذا تجزأ جسم مركب الى عناصره المكون منها يقال إنه تحلل وتسمى هذه العملية "بالتحليل" ولو كان أحد الجراين جسما مركبا في ذاته كما في تجزئة الرصاص الأحمر الى أكسجين ولثارج .

أسئلة على الباب السابع

- (١) كيف نبين أن الأكسجين قابل للنوبان في الماء ؟
- (٢) اشرح طريقتين لتعيين حجم الأكسجين الذى في حجم معين من الهواء .

- (٣) كيف تُعدُّ تجربة تبين بها أن المادة المكوّنة من احتراق الفسفور أهمل من الفسفور نفسه في الوزن ؟
- (٤) اشرح تجربة لتحويل عنصر بسيط الى جسم مركب .
- (٥) إذا ثبت قولهم أن المواد يزيد وزنها عند إحراقها فيما إذا تطل ثلاثي شمعة موقدة ؟
- (٦) كيف تحصل على عنصرى الهواء منفصلين ؟ وكيف تكون منهما غازا يشابه الهواء تمام المشابهة ؟
- (٧) كيف تجهز مقدارا عظيما من الأكسجين بسهولة ؟ اشرح خواصه الشهيرة وقارنها بخواص الهواء .
- (٨) كيف تحصل على كل من المنصرين المكوّنين لأحد الأكاسيد ؟
- (٩) كيف تحصل على الأزوت من الهواء ؟ وماهى التجارب التى تجريها لتبين بها خواصه ؟
- (١٠) قارن مقارنة دقيقة بين ظاهرة الصدأ وظاهرة الاحتراق وبين أكبر فرق بين صدأ الحديد واحتراقه .
- (١١) كيف تجهز أكسيدين صلبين وأكسيدين غازيين ؟ وبين ما يحدث فى كل حالة عند وضع الأكسيد فى الماء .
- (١٢) إذا وزن دورق محكم السد فيه قطعة من الفسفور ومغنى حتى احترقت فلماذا نتوقع من التغير إذا وزنا الدورق قبل رفع السداد وبعده ؟ وما النتائج التى تستنبطها من هذا ؟
- (١٣) إذا أحرق الفسفور فى دورق محكم السد فيه ٢٠٠ سم^٣ من الهواء تماما وقصص الصمام تحت الماء فما حجم الماء الذى يدخل ؟
- (١٤) ما القسمان اللذان تنقسم اليهما الأكاسيد من حيث خواص المواد المتكوّنة منها بعد إذابتها فى الماء ؟
- (١٥) اشرح معنى كلمة "أكسجين" . هل ينطبق معناها تمام الانطباق على الغاز المسمى بها ؟
- (١٦) إذا وزنت بودقة فيها خراطة النحاس ومغنت مدة فى فرن ذى غطاء فما التغير الذى نتوقعه (١) فى الوزن (٢) فى مظهر النحاس ؟ بين السبب .
- (١٧) وضع الفرق بين المنصر والجسم المركب ومثل بأمشلة حقيقية وبين هل الجسم المركب مادة نقية أو مخلوط ؟

- (١٨) بين الفرق بين التغير الطبيعي والتغير الكيميائي . مثل بمثلين لكل .
- (١٩) إذا أعطيت زجاجات وقيل لك ان ما فيها إما هواء وإما أكسجين وإما أزوت فبين ما تصله لكشف نوعه ؟
- (٢٠) اذكر أهم الفروق بين الامتزاج والامتداد الكيميائي واقترح تجارب تظهر بها هذه الفروق .
- (٢١) إذا أحرق قطعة فسفور في ناقوس من الزجاج به هواء فوق سطح الماء فما التغير الذي تلاحظه ؟ وكيف تفسره ؟
- (٢٢) إذا كان وزن المسحوق الأبيض المتكون من إحراق قطعة موزونة من شريط المغنسيوم أعظم من وزن الشريط الأصلي فكيف تعلق ذلك ؟
- (٢٣) عند تسخين بعض الفلزات في الهواء تحصل مواد رمادية فكيف تبين (١) أن التغير ليس تفسيراً طبيعياً كتحويل الجليد الى ماء (٢) ان وجود الهواء شرط ضروري لهذا التغير ؟
- (٢٤) كيف تبرهن بتجارب بسيطة على أن الغاز الحاصل من تسخين كلورات البوتاسيوم هو من عناصر الجلو المهمة ؟
- (٢٥) كيف تبرهن على أنه اذا صدى الحديد يمتص عنصر من الجلو هو نفس العنصر الذي يمتص اذا احترق الفسفور ؟
- (٢٦) اشرح تجربتين بهما يظهر أن خمس الهواء تقريباً غاز أشدّ فعلاً من الوجهة الكيميائية من الغاز الباقي .

تمارين عملية

- (١) سخن أكسيد الزئبق الأحمر واجمع الغاز المتكون ثم اختبر خواصه .
- (٢) عين النسبة المئوية للأكسجين الذي في الغاز الحاصل من تسخين ماء الحنفية .
- (٣) سخن قليلاً من النارصين في الهواء ولاحظ هل زاد وزنه وفسر ما يحدث من التغير ؟
- (٤) وضع ما يحدث من التغير في وزن أكسيد الزئبق الأحمر اذا سخن حتى تغير عن آخره . كيف تعلق هذا التغير ؟

الباب الثامن - الأيدروجين والماء

(٢٢) محلول الفلزات في الحوامض

تدريب ٤٨ - انخارصين وحامض الكلوردريك .

(أ) ضع قطعا من انخارصين المذهب في أنبوبة اختبار واسكب فيها حامض الكلوردريك المخفف على نحو سنتيمترين من عمقها وبنّ ما يحدث لخرارصين ثم عتِن المادة الناتجة وقرب من فوهة الأنبوبة عودا موقدا من الكبريت ولاحظ ما يحصل .

(ب) وإذا ذهب انخارصين من آخره فأضف قطعا آخرى منه واحدة بعد الأخرى حتى يبقى بعضه غير ذائب وبعد تقطير السائل على زجاجة ساعة أو جفنة يخضر حتى يخف . صف المادة الباقية . هل ترى فيها شيئا من انخارصين؟ وهل ذوبان انخارصين من أمثلة الذوبان العادية؟ وهل التغير كيميائي أو طبيعي؟

تدريب ٤٩ - الحديد وحامض الكلوردريك .

(أ) أعد تدريب ٤٨ (أ) و(ب) مستعملا برادة الحديد بدلا من انخارصين ولاحظ ما يتكوّن أثناء ذوبان الحديد وأدخل في أنبوبة الاختبار عود كبريت موقد .

(ب) بعد تقطير المحلول يخضر حتى يبقى منه ثلثه وبعد بضعة أيام انظر هل تتكوّن شيء من البلورات؟ صفها ثم بنّ هل ذوبان الحديد في حامض الكلوردريك يعتبر تغيرا كيميائيا أو طبيعيا؟

تدريب ٥٠ - حامض الكبريتيك والفلزات - اعمل تجارب تشابه ما ذكرنا واستنبط منها تفاعل الحديد وانخارصين مع حامض الكبريتيك المخفف ويجب في كل حالة الاستمرار في إضافة الفلز حتى لا يمكن إذابة تى منه وحينئذ يرشح السائل ويترك وشأنه حتى تتكوّن بلورات ثم يقرر هل التفاعل الحادث كيميائي أو طبيعي؟

تدريب ٥١ - حامض الأزوتيك والفلزات - اعمل هنا تجارب تشابه التجارب السابقة لظهور تأثير الحديد وانخارصين في حامض الأزوتيك المخفف وبنّ هل الفلزات تذوب فيه؟ ولاحظ خواص الغاز المتكوّن واذكر هل يمكن الحصول على أنقجة صلبة؟

ذوبان الفلزات في الحوامض — ليست الفلزات في بابها سهلة الذوبان ولذلك صنعت منها الأحواض لتخزن السوائل المختلفة غير أنها سهلة الذوبان في الحوامض ولكن هذا الذوبان ليس كالذي ذكرناه آنفا كما يرى من القرائن العديدة فالخارصين مثلا عند وضعه في حامض الكلورودريك المخفف تراه يتأكل الى نهايته تدريجيا وتظهر له قطايع من غاز عديم اللون واذا قرب لهب من فوهة أنبوبة الاختبار التي يذوب فيها الخارصين تسمع قرعقة يسيرة وربما يحترق الغاز الذي يملأ الأنبوبة احتراقا هادئا بلهب لا يكاد يرى وحالما يذيب الحامض ما يذيب من الخارصين يمكن رشع السائل ويخرجه فيبقى جسم صلب أبيض يختلف اختلافا تاما عن الخارصين اللامع الذي ذاب. ولقد رأينا أن الحامض النقي عند بخره لم يترك بقية صلبة (صفحة ٤٨) ولكن يذهب الفلز أثناء الذوبان وتتكون مادتان جديدتان إحداهما غاز عديم اللون والأخرى جسم صلب أبيض فلا شك أن الذوبان هنا ليس تغيرا طيعيا وإنما هو تغير كيميائي فهذا الذوبان يختلف كل الاختلاف عن ذوبان أجسام صلبة كالصمغ كالحامض كما سبق في الباب الأول.

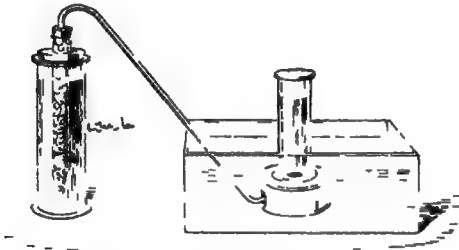
وينتج مثل ذلك عند إذابة فلزات كالحارصين أو الحديد في الحوامض الأخرى فمثلا عند إذابة الخارصين في حامض الكبريتيك يتكون غاز عديم اللون قابل للاحتباب واذا ترك المحلول تحت بلورات شفافة عديمة اللون ومن الحديد وحامض الكبريتيك يخرج غاز يشبه الغاز السابق وتبقى بلورات جميلة خضراء شفافة ومن الحديد وحامض الكلورودريك يحصل غاز عديم اللون قابل للاحتباب وبلورات خضراء لايسهل الحصول عليها من المحلول كما سبق.

وإذا استعمل حامض الأزوتيك تختلف النتائج بعض الاختلاف فتذوب الفلزات بأسهل مما ذابت في الحوامض الأخرى ولكن للغاز الحاصل خواص أخرى فهو لايتهب ويكاد يكون عديم اللون أو أسمر تام السمرة وعلى العموم يقال انه اذا ذاب فلز في حامض ينتج من السائل أجسام صلبة تختلف اختلافا كلياً عن الفلزات نفسها.

(٢٣) الغاز الناتج من الخارصين وحامض الكبريتيك

تدريب ٥٢ — تجهيز غاز من الخارصين وحامض الكبريتيك — خذ أنبوبة قطرها نحو ٢ سم دقيق أحد طرفيها بحيث تكون سعة نصف سعة الأنبوبة تقريبا وركب على الطرف الواسع قطعة فلين متينة قد دخلت فيها أنبوبة وصل ثم املا

الأنبوبة الواسعة بالخارصين المحبب وضع شيئاً من قطع الزجاج أو الصفي المكسرة في الطرف الضيق لمنع نزول الخارصين ثم خذ مخباراً مملوفاً الى منتصفه بحامض الكبريتيك المخفف وضع الأنبوبة الواسعة كما هو مبين (بشكل ٣٧) حتى يتسنى جمع الغاز المتكون من فوق الماء ثم املاً أنابيب اختبار من هذا الغاز وبعد اطلاقها بالأبهاهم ورفعها من الماء قزب فوهتها واحدة بعد الأخرى الى اللهب فتى بدأ الغاز يحترق احتراقاً هادئاً املاً قنيتات أو مخاير منه .



(شكل ٣٧) تجميع غاز من الخارصين وحامض الكبريتيك

تدريب ٥٣ — خواص الغاز المتكون من الخارصين وحامض الكبريتيك .

(أ) صف مظهر هذا الغاز . هل هو قابل للنوران في الماء ؟ اترك أنبوبة اختبار مملوءة به مفتوحة العروة الى فوق مدة خمس ثوان وقزب لها منها . هل لا يزال في الأنبوبة غاز ؟ كرر العملية والفوهة الى تحت . هل النتيجة واحدة ؟

(ب) استعمل ورق عباد الشمس المبلل لاختبار حامضية هذا الغاز أو قلويته .

(ج) أدخل في آنية مملوءة بالغاز وفوهتها الى أسفل سمعة صغيرة موقدة ورجها فيها تماماً ولاحظ ما يحدث ملاحظة دقيقة وبن هل هذا الغاز يساعد على الاحتراق .

تدريب ٥٤ — احتراق الأيدروجين .

(أ) علل جهاز تدريب (٥٢) بحيث يتسلسل احتراق الأيدروجين خارجاً من فؤارة (نافورة) وذلك بأن تتركب على الأنبوبة الواسعة التي فيها الخارصين أنبوبة ملوئة مرتين على شكل زاوية قائمة وتوصلها بطرف أنبوبة ذات شعبتين مملوءة بكلورور

الكليسيوم (شكل ٤١) ثم تركب على الطرف الثانى أنبوبة زجاجية طولها ١٠ سم م بعد مطها لتكوّن فوار .

(ب) أمد الأنبوبة التى فيها الخارصين الى مكانها فى الحامض وضع أنبوبة اختبار فوق الفؤارة التى يجب أن تدخل فيها الى أبعد ما يمكن وبعد بضع دقائق ارفع أنبوبة الاختبار تدريجيا واقفلها بالابهام ثم قزها من لب مصباح غاز على بعد متر أو مترين من الفؤارة وربما فرقع الغاز فى البدء وسمع لاحتراقه صرير ولكنه بعد تجربتين أو ثلاث يحترق بانتظام فى الأنبوبة وحالما يتيسر نقل لب الغاز المحترق الى الفؤارة فاقفل واجعل ذلك واسطة فى اشعال الغاز الخارج منها .

وإذا تذكرت هذا دائما فلا خطر ولكن اذا تساهلت فى الاحتياط فربما تعرضت لخطر انفجار جسيم .

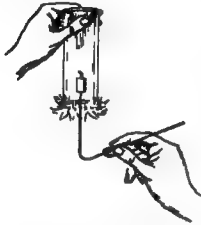
(ج) انظر مظهر لب هذا الغاز وضع فوقه آنية من زجاجة جافة ولاحظ مايتكوّن فى الآنية ملاحظة دقيقة .

(د) للحصول على مقدار من التاج الحاصل من اللهب خذ معوجة وأعدّها كما ترى فى (شكل ٤١) بحيث يمر فيها تيار مستمر من الماء يجعلها باردة وبعد تنظيف سطح المعوجة نبّها ليشتمل تحتها الغاز وضع تحتها كوبا يحتمع فيه مايتكوّن من السائل .

(هـ) أوجد درجتى حرارة الغليان والاجلاد لهذا السائل فان لم تصل الى حقيقته فعتن كفايته ثم قل ما هو ؟

مجهيز الأيدروجين — عند ما تنوب الفلزات فى الحوامض يخرج فى معظم الاحوال غاز عديم اللون وأول من عرفه "كفندش" (Cavendish) سنة ١٧٦٦ وسماه "الهواء القابل للالتهاب" وبعد ذلك سماه لقوازييه "بالأيدروجين" ويجهز بسهولة أى مقدار منه بالجهاز الذى فى (شكل ٣٧) فتمط أنبوبة زجاج واسعة عند أحد طرفيها حتى يصير قطره نصف قطر الأنبوبة ثم تشحن بالخارصين الذى لا يتزل منها الضيق طرفها المخطوط ويوصل الطرف الواسع بأنبوبة وصل ونهت الأنبوبة المملوءة بالخارصين فى مكانها بقطعة فلين كبيرة فى فوهة غبار يحتوى على حامض الكبريتيك المخفف فيرتفع الحامض فى الجزء الواسع من الأنبوبة ويعمل فى الخارصين ويخرج الأيدروجين الناتج فيمر بأنبوبة الوصل ويجمع فوق الماء فإذا أخذنا من الغاز ما يكفى نخرج الخارصين من الحامض .

خواص الأيدروجين — اذا قربت أنابيب الغاز الذى جمع أولا من اللهب فانه يفرق بصوت له صرير ولكن مايجع بعد ذلك يحترق احتراقا هادئا في الأنبوبة بلهب أزرق لا يكاد يرى ولو رفعت من الماء أنبوبة مملوءة الى منتصفها بالأيدروجين فدخلها الهواء ثم قربت من اللهب لحصلت فرقة تدل دلالة واضحة على أن الأيدروجين والهواء يكونان مخلوطا مفرقا وهذا سبب فرقة الغاز المتجمع قبل خروج جميع هواء



(شكل ٣٨)
الأيدروجين لايساعد على الاحتراق

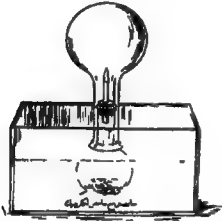


(شكل ٣٩)
كرب الأيدروجين الى فوق

الجهاز ولو أدخلت شمعة موقدة في خبار منكس مملوء بهذا الغاز اشتعل ولكنها تنطفئ (شكل ٣٨) ويحصل مثل ذلك عند تقريب أى مادة محترقة من الغاز واذا وضع خبار مملوء بالأيدروجين بحيث تكون فوهته الى أعلى بضغ ثوان يرى أنه يحتوى على هواء فقط ولكن اذا جعلت فوهة الخبار الى أسفل مدة كالأولى فان الأيدروجين يبقى في الأنبوبة كما يرى ذلك بتقريب لب من الفوهة أضف الى ذلك أن الأيدروجين يفرغ من أسفل الى أعلى (شكل ٣٩) وبذا يظهر أن كثافته أقل كثيرا من كثافة الهواء وليان ذلك يجهز دورق كما هومين في صفحة (٣٤) (شكل ٣٢) ويملأ بالغاز وبعد معرفة الوزن والحجم يرى أن وزن واحد منه ٠.٠٩ من الجرام تقريبا فكثافته نحو $\frac{1}{11}$ من كثافة الهواء تقريبا ولما كان الأيدروجين قليل الذوبان في الماء جدّا فإنه يجمع عادة من فوق الماء ولو أريد الحصول عليه جافا يستعمل الزئبق بدل الماء ومن حيث أنه قليل الكثافة أمكن جمعه الى أعلى بحلوله محل الهواء أى ان الغاز يدخل في الخبار المنكسر فيحل محل الهواء الذى يذهب الى أسفل .

احتراق الأيدروجين في الهواء — باستعمال الجهاز المبين (بشكل ٤١) يمكن إحراق الأيدروجين خارجا من فتارة ويكون لهبه أصفر وذلك ناشئ من تسخين زجاج الفتارة واحتراقه بعض الشيء لأن الغاز في حالة النقاوة لا يكاد يرى ولقد نشاهد أنه

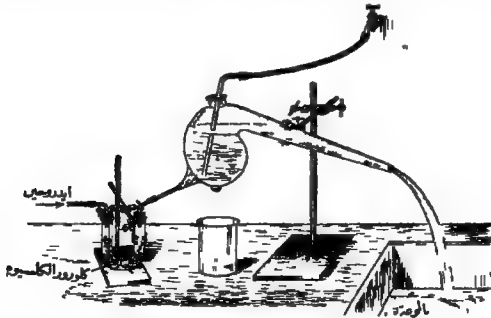
عند وضع سطح بارد فوق اللهب يتجمع عليه ضباب مكون من قطرات صغيرة من سائل ومن حيث أن الأيدروجين عند احتراقه في الهواء لا يتكون منه نتاج ظاهر يمكن مما عرفناه في الباب السابع أن تكون هذه المادة المكونة غازا أو بخارا يتكاثف



(شكل ٤٠) أيدروجين يحترق في الهواء

إذا جعل سطح بارد فوق اللهب ولدراسة احتراق الأيدروجين تدخل فؤارة من الغاز الموقد في دورق منكس يغطي الماء فوهته وإذا جفف جوف الدورق قبل البسه في العمل يتكاثف في ضباب ويرتفع الماء دلالة على أن بعض الهواء استعمل في الاحتراق (شكل ٤٠) وأت المستعمل يظهر أنه الأكسجين لأن الماء انما يرتفع الى ما يقل عن ربع ارتفاع الدورق .

لتحصيل نتاج الأيدروجين عند احتراقه — لتكثيف السائل الذي يتكون عند احتراق الأيدروجين يوضع سطح بارد فوق اللهب ويبقى باردا باتباع طريقة كالتى يبتناها (بشكل ٤١) إذ يمر تيار من الماء البارد في المعوجة ويخرج من فوهتها فيكون



(شكل ٤١) جمع الناتج المتكون عند احتراق الأيدروجين في الهواء

سطحها الخارجى دائماً بارداً يفعل فيه لب الأيدروجين فعله فينساقل في الحال في وءا تحت المعوجة قطر من سائل عديم اللون شفاف يمكن معرفة تركيبه بتعيين بعض خواصه الطبيعية فدرجة حرارة غليانه تساوى ١٠٠° مئوية تقريباً وعند تبريده بخلوط مبرد يجمد في شكل بلورات راقعة عديمة اللون تنصهر في درجة الصفر المئوى ولتحقيق نوع هذا السائل اذا بقى هناك شك توجد كثافته أيضاً فيرى أنها = ١,٠ فلا مرء في أنه الماء وهذا ما بينه كفنشد سنة ١٧٨١ قد قرر أنه عند احتراق الأيدروجين في الهواء يتكوّن ماء فالماء من مركبات الأيدروجين ولهذا سمي الغاز "بالأيدروجين" وهى كلمة مأخوذة من كلمتين معناهما في اللغة اليونانية مُنحج الماء .

(٢٤) تركيب الماء

تركيب الماء — رأينا أنه عند احتراق الأيدروجين في الهواء يتكوّن ماء فهل هذا الأيدروجين المحترق يحد بأ كسجين الهواء كما تصد به المواد الأخرى القابلة للاحتراق؟ نعم ويؤيد ذلك ما ذكرناه آتفا من استعمال خمس الهواء الذى بالدورق حينما يحترق فيه الأيدروجين وما يلاحظ من أن لب الأيدروجين يحترق في الأكسجين النقى بسهولة عظيمة وينطفئ عند وضعه في الأزوت فيظهر أن الماء مركب من أيدروجين وأ كسجين وهذا ما يمكن البرهنة عليه بتكوين كمية من الماء باحتراق الأيدروجين في الأكسجين وقد بين كفنشد أنه عند فرقة مخلوط من الأيدروجين والأكسجين يحصل ماء وأن الغاز جميعه يستحيل الى ماء اذا كان حجم الأيدروجين في المخلوط ضعف حجم الأكسجين ولكن عمل هذه التجربة ليس بالأمر اليسير وأسهل منها إمرار الأيدروجين على مادة فيها أ كسجين كالرصاص الأحمر (أكسيد الرصاص) وأكسيد النحاس الأسود لما فيها من الأكسجين يتصرف للأيدروجين عند تسخينها .

نأخذ أنبوبة زجاج متينة ونجففها تماماً ونشحنها بالرصاص الأحمر ثم ندخل من أحد طرفيها تياراً من الأيدروجين بعد تجفيفه بإمراره في أنابيب متعوجة بكلورور الكلسيوم الذى يمتص الرطوبة (صفحة ٤٢) ونغل الطرف الآخر وبلويه وندخله في أنبوبة اختبار مبردة بوضعها في الماء (شكل ٤٢) وبعد ملء الجهاز بالأيدروجين وجمع الغاز الذى يخرج من الأنبوبة وتحقق أنه يحترق احتراقاً هادئاً اذا أشعل يسخن الرصاص الأحمر فتظهر في الحال قطرات السائل آخذة في التكوّن وبالتسخين بمتابة تتحوّل هذه القطرات من الأنبوبة المتينة الى أنبوبة الاختبار المبردة وبعد أن نحصل

كمية كافية من السائل يختبر مظهره وتعين خواصه الطبيعية التي يستدل منها أنه ماء ويظهر بالتحقق أن الرصاص الأحمر قد تغير إلى أشهب قائم يكاد يكون أسود ينصهر إذا سخن فيستحيل إلى كريات لماسة فلزية لينة لونها أشهب تعرف في الحال أنها الرصاص .



(شكل ٤٢) امرار الأيدروجين على رصاص أحمر سخن

برهان أن الماء أكسيد أيدروجين — نستنبط مما سبق أن الأيدروجين يتحد بأكسجين أكسيد الرصاص ويكون أكسيد أيدروجين تاركا الرصاص وحده ويعبر طالبا عن هذه الحقيقة وما يماثلها بمعادلة كما يأتي :



ومعنى الإشارة (=) في مثل هذه المعادلة (تتفاعل كيميائيا وتكون) وقد كونا في هذه التجربة ماء من المادتين اللتين يتركب منهما وبيننا أنه أكسيد أيدروجين وتسمى كل عملية مثل هذه "بالتكوين" .

الاختزال والتأكسد — التغير الذي شرحناه الآن يمثل ما يسمى "بعمليات الاختزال والتأكسد" فيقال إن أكسيد الرصاص اختزل أو أخذ ما فيه من الأكسجين وبالعكس يقال إن الأيدروجين تأكسد ويكون هذان التغيران معا دائما وعامل الاختزال الذي هو الأيدروجين في هذه الحالة هو الذي يتأكسد على النوام وعامل التأكسد وهو الرصاص الأحمر في هذه الحالة هو الذي يختزل .

تركيب الماء وزنا — يمكن معرفة وزن الأكسجين الذي في مقدار معلوم الوزن من الماء بطريقة اختزال أكسيد بواسطة الأيدروجين فيعلم وزن الأكسجين



جيان بتيست اندري دumas (١٨٠٠ — ١٨٨٤)

Jean Baptiste André Dumas.

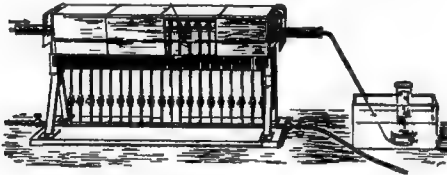
المتحد بالأيدروجين من مقدار نقص وزن الأكسيد أثناء التجربة وبتميين وزن الماء الحاصل وطرح وزن الأكسجين منه فينتج وزن الأيدروجين المتحد به ولهذا تمثل التجربة المشروحة (بصفحة ٨٣) كما يأتي فيستعمل بدل الرصاص الأحمر أكسيد النحاس الأسود بعد تجفيفه جيدا (شكل ٤٢) ويطهر الأيدروجين المستعمل مما فيه من بخار الماء وغيره من المواد الغريبة وتوزن الأنبوبة المحتوية على الأكسيد قبل الاختزال وبعدده ويجمع الماء الحاصل في أنبوبة فارغة متصلة بأنابيب ذات شعبتين مشحونة بأكسيد الزرنيخ الكلسيوم الخفاف ليتسنى جمع ما يمكن أن يتسرب من الماء في صورة بخار وتوزن أنابيب الجمع هذه قبل التجربة وبعدها فإذا انتهى الاختزال تسخن الأنبوبة المثبتة بتماية من أولها إلى آخرها حتى يمكن لإخراج كل ما تكون من الماء إلى أنابيب الجمع ومنعا لارتداد بعض الماء إلى الأنبوبة يجب ألا ينقطع تيار الأيدروجين حتى يبرد جميع الجهاز وهالك تفصيل الحساب :

وزن الأنبوبة مع أكسيد النحاس قبل الاختزال = ٤٣,٩٠١ من الجرامات
 وزن الأنبوبة مع أكسيد النحاس بعد الاختزال = ٤٢,٦٤٣ من الجرامات
 ∴ وزن الأكسجين المستعمل = ١,٢٥٨ من الجرامات
 وزن أنابيب الجمع بعد التجربة = ٥٣,١٣٣ من الجرامات
 وزن أنابيب الجمع قبل التجربة = ٥١,٧٢٤ من الجرامات
 ∴ وزن الماء المتكون = ١,٤٠٩ من الجرامات
 ∴ من كل ١,٢٥٨ من الجرامات من الأكسجين يتكون ١,٤٠٩ من الماء
 ∴ ١,٥١ من الجرام من الأيدروجين تتحد مع ١,٢٥٨ من الجرامات من الأكسجين
 ∴ جرام واحد من الأيدروجين يتحد مع ٨,٣٣ من الجرامات من الأكسجين
 وهذه الأعداد هي ما يصل إليه المحزب العادي ولكن "دوماس" (Dumas) الكيميائي الفرنسي الشهير قام بهذه التجربة تسع عشرة مرة بدقة عظيمة فاستنتج أن ٨٤,٠١٦٦ من جرامات الأكسجين تستعمل في تركيب ٩٤,٥٠٤٣٩ من جرامات الماء ومن ذلك يرى أن ٧,٩٨ من جرامات الأكسجين بالضبط تقريبا تتحد بجرام واحد من الأيدروجين لتكون ٨,٩٨ من جرامات الماء .

استخراج الأيدروجين من الماء — والآن نحاول تحليل الماء أي نجزئته إلى مركبه وذلك بعمل أكسجين الماء يتحد بمادة أخرى أي باختزال الماء والطريقة في ذلك هي أن يمر البخار على حديد مسخن إلى درجة الاحمرار .

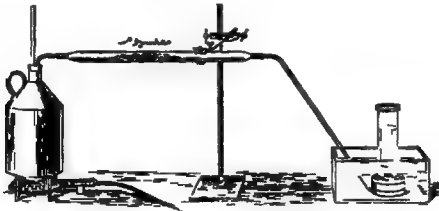
فيُغلى الماء في دورق ويؤتمن به البهار الى أنبوبة من الصنفي تحتوي على برادة الحديد المسخنة الى درجة الاحمرار ويمكن استعمال الجهاز الميبي (شكل ٤٣) لهذا الغرض باستخدام أنبوبة وصل يتسنى بها جمع الغاز فوق الماء وبعد إمرار البخار الذي يتكثف حده وصوله الى حوض الماء وتركه هكذا حتى تمتلئ منه الأنبوبة وينفذ داخلها بوفرة يسكن الحرة المحتوى على الحديد فترى فقاع غاز عديم اللون تتصدر داخل أنبوبة الوصل فتجتمع في غبار ويرى أن خواص هذا الغاز العديم اللون هي خواص الأيدروجين وأن سطح الحديد قد غطي بطبقة سوداء من أكسيد الحديد وقد عمل لموازييه هذه التجربة بإمرار البخار في أنبوبة بنقلة من حديد مسخنة الى درجة الاحمرار فحصل على هذه النتائج نفسها ويمكن التعبير عن التغير الحادث هكذا

حديد + أكسيد الأيدروجين = أكسيد الحديد + أيدروجين



(شكل ٤٣) احتزال الماء بإمرار البخار على حديد مسخن الى درجة الاحمرار

ويمكن استعمال عوامل اختزال غير الحديد بعد إمرار البخار على المغنسيوم المسخن يحصل على النتيجة السابقة عنها وباستعمال أنبوبة زجاجية متينة (شكل ٤٤) يرى أن



(شكل ٤٤) إمرار البخار على المغنسيوم المسخن

المغنسيوم يحترق في البخار كما يحترق في الهواء وربما نتج اشتعال الأيدروجين المتكون ولشدة هذا التفاعل وعظم الحرارة تنكسر الأنبوبة أحيانا ويستحيل المغنسيوم الى أكسيد أبيض كالذى تكون أنفاً باحتراق هذا الفلز (صفحة ٧٠) .

الأيدروجين عنصر — في التجارب التي شرحناها أمر الأيدروجين على الرصاص الأحمر أو أكسيد النحاس وجمع الماء المتكون وهذا الماء يمكن إمراؤه على الحديد على صورة بخار ويجمع الأيدروجين الحادث فيرى أنه كالأيدروجين الأصلي فالأيدروجين قد اتحد اتحاداً كيميائياً بالأكسجين ثم فصل من هذا الاتحاد ولم يتغير على أنه مهما حصل للأيدروجين فلا يمكن تكوين مادة جديدة منه إلا بالاتحاد وحده بمادة أخرى كالأكسجين وكذلك لو استعمل منه وزن معلوم فان وزن المادة الحاصلة يكون أعظم من الوزن الأصلي وكل تغير في الأيدروجين هو تغير إضافة ولا سبيل لتحضير مادة من الأيدروجين أبسط منه فالأيدروجين عنصر .

أسئلة على الباب الثامن

- (١) أوإن مملوءة بغاز ربما كان الأيدروجين وربما كان الأزوت كيف تقينه ؟
- (٢) اشرح تعامل حامض وفلز مبيضا ذلك بمثال حقيقى ثم برهن على أن النوبان الحاصل ليس ذوباناً عادياً .
- (٣) اشرح طريقة تجهيز الأيدروجين واذكر أشهر خواصه .
- (٤) إذا تراكم الصباب على لوح زجاج وضعه فوق لهب الأيدروجين فما تعمل لتحقيق ذاتية المادة المتركة منها هذا الضباب وجمعها ؟
- (٥) يقال إن الأيدروجين عنصر والماء مركب فما البراهين العملية القائمة على صحة ذلك ؟
- (٦) فسر معنى كلمة "أيدروجين" .
- (٧) اشرح تجربتين ليان أن الماء أكسيد أيدروجين .
- (٨) بين معنى كلمة "عامل اختزال" واذكر مثالين لذلك .
- (٩) إذا أمر الأيدروجين على أكسيد النحاس المسخن تسخيناً شديداً فاشرح شرحاً دقيقاً ما يحدث من التغير في الوزن واذكر ما يحصل من النتيجة بالتعامل .

(١٠) إذا ملكت أنبوبة فوق الماء الى منتصفها بالأيديروجين ثم أضيف الى ذلك مايساوى هذا الحجم من الأكسجين ورفعت الأنبوبة وقرب من فوهتها لهب فماذا تتوقع حصوله ؟ هل التغير كيميائى أو طبعى ؟

(١١) اشرح تجربة يُحترق فيها الماء واذكر ما ينتج من المواد بذلك .

(١٢) اشرح طريقة للحصول على الأيديروجين من الماء .

(١٣) اذكر طريقتين مختلفتين لتجهيز الأيديروجين ويتين (١) كيف تعين كثافة هذا الغاز ؟ (ب) وكيف تهرن أنه حامل اختزال ؟

(١٤) إذا أمر الأكسجين على رصاص مسخن تسخيننا شديدا فى أنبوبة ودام ذلك بضع ساعات ثم بردت الأنبوبة ثم سخنت مرة ثانية وأمر فيها أثناء ذلك أيديروجين وبردت وجمعت الأتجة الخارجة منها أخيرا فما التفاضل الذى حدث ؟ وما الأتجة التى ترجو أن تحصل عليها ؟

(١٥) ما تأثير تسخين الحديد فى البخار ؟ وكيف يسترجع الحديد الفلزى من التاج الحادث ؟ وإذا كنت قد رأيت هذه التجربة فصف مظهر الفلز المسترجع وخواصه .

(١٦) إذا سخن النحاس معرضا للهواء فإنه يُغطى بقشرة حمراء أو سوداء فكيف تهرن على أن هذه القشرة أكسيد النحاس ؟

(١٧) ما تفهمه من الاصطلاحين "تحليل" و "تكوين" ؟

كيف تين تركيب الماء (١) بالتحليل (ب) بالتكوين ؟

(١٨) اشرح تجربة تجهيز نحو لتر من الأيديروجين شرحا تاما وارسم الجهاز الضرورى لذلك واذكر كيف تحقق ذاتية هذا الغاز ؟

(١٩) اذكر تجربة بسيطة تثبت بها أن فى هواء الجو بخار ماء واقترح طريقة لتعيين كمية بخار الماء التى فى حجم معين من الهواء .

(٢٠) اشرح ما يحدث عند إمرار تيار من البخار على الحديد المسخن الى درجة الاحمرار وارسم شكل الجهاز المستعمل فى التجربة .

(٢١) لماذا تعتبر أن الماء ليس من العناصر ؟ يتن بالشرح الوافى الى أى قسم من المواد ينسب ؟

تمارين عملية

- (١) اعمل تجربة لتبين هل الأيدروجين يحترق في الأزوت ؟
- (٢) جهز قطعاً من الخارصين المتحس بوضع الخارصين المحبب مدة في محلول الزاج الأزرق (كبريتات النحاس) ثم أفرغ السائل الذي يبقى وضع القطع في دورق مملوء بالماء وأظلمها ثم اجمع الغاز المتكوّن وعين نوعه وقل من أى هذه المواد تكوّن هذا الغاز ؟
- (٣) اجر تجربة لتبين فعل البخار في الخارصين المسخن تسخيناً شديداً .
- (٤) هل يمكن اختزال أكسيد الحديد الأسود بتسخينه في تيار من الأيدروجين ؟ لا تسخن الأكسيد قبل إنجراج جميع هواء الأنبوبة .

الباب التاسع — الرخام والجير

(٢٥) تأثير تسخين الرخام

تدريب ٥٥ — خواص الرخام .

(أ) صف مظهر الرخام واذكر خواصه الظاهرة بما في ذلك من خواص نوع الرخام النقي المتبلور المعروف "بالكلس" وراجع مذكرتك على تدريب ١٢ (أ) فيما يتعلق بشكل الكلس البلوري وما ذكر بتدريب (٦) عين هل الرخام قابل للذوبان في الماء ؟

(ب) اسكب شيئاً من الماء على قطعة من الرخام بعد وزنها ووضعها على زجاجة ساعة . هل يظهر تغير في الرخام ؟ وبعد يوم أو يومين جفف الرخام والزجاجة في فرن الهواء الساخن وعين الوزن ثانياً . هل تغير ؟

(ج) رج قطعة من الرخام المتبلور الراقى الكلس في شيء من الماء وبين هل يؤثر بعد ذلك في ورق عباد الشمس الأزرق أو الأحمر ؟ هل هو قلوي أو حامض ؟

(د) املاً أنبوبة اختبار لمتصفها بالماء ثم أضف إليها قليلاً من حامض الكلورودريك المخفف . هل يظهر أثر لوضع الرخام في هذا الحامض المخفف ؟ اشرح ما يحدث .

تدريب ٥٦ — نتيجة تسخين الرخام .

(أ) ضع قطعة من الرخام فوق شبكة معدنية ودعها تسخن نحو عشر دقائق في أشعة أجزاء لمب مصباح بترن حرارة وفي أثناء ذلك زن نحو جرام من مسحوق الرخام في بودقة ومخنة في الفرن العازل (شكل ٣٠) .

(ب) اترك قطعة الرخام التي سخنتها على الشبكة تبرد ثم أزلها في أنبوبة اختبار فيها من الماء المقطر ما يكفي لغمرها واذكر ما تراه وبعد رجها فيه اسكب قطرات منه على ورق عباد الشمس الأحمر أو الأزرق وبين هل المحلول متعادل ثم تبخر قطرات منه على زجاجة ساعة ويقام الدليل على أن مادة غير الرخام قد ذابت الآن في الماء ثم اجعل ماء الحنفية يقطر على قطعة الرخام عشرين دقيقة واغسلها بالماء المقطر في نهاية ذلك الوقت ثم اسكب عليها قطرات من الماء المقطر وبين هل قد صار الماء حيثئذ قلويا أو حامضيا ؟ واذكر دليلك على أن مادة جديدة تكونت على سطح الرخام عند تسخينه .

(ح) أخرج البودقة التي فيها الرخام المسحوق من الفرن أو من اللهب واركها تبرد في المجففة ثم بين هل وزنها كما كان قبل التسخين ؟ هل تستدل من النتيجة على حدوث تغير من التسخين ؟ فإذا كان كذلك فما نوع التغير من حيث كونه طبيعيا أو كيميائيا ؟ رد الجسم الصلب إلى المجففة من غير أن تحركه مطلقا .

(د) أرجع البودقة التي فيها الرخام الذي سبق تسخينه إلى الفرن ومخنها مدة نصف ساعة على الأقل ثم اتركها تبرد في مجففة وأعد وزنها لترى هل اعتراها النقص مرة ثانية ؟ فإذا كان كذلك فسحنها أيضا وهلم جرا حتى لا تفقد من وزنها شيئا بعد . ثم احسب ما فقدته الرخام في المائة من وزنه الأصلي . ما نوع المادة المفقودة أثناء التسخين ؟

تدريب ٥٧ — المادة الناتجة عند تسخين الرخام .

(أ) اخفص المادة المتروكة في البودقة بعد التسخين وقارن بين مظهرها وبين مظهر الرخام هل هي بلورية ؟ قطر عليها شيئا من الماء ولاحظ هل تسخن ؟ ثم رج بعضها مع الماء في أنبوبة اختبار ویرفع بعض هذا السائل على زجاجة ساعة ويخمر ماؤه . هل هذه المادة قابلة للذوبان في الماء ؟

(ب) بل ورق عباد الشمس الأحمر والأزرق بالماء الذى رجعت فيه هذه المادة .

(ح) اسكب حل هذه المادة قليلا من حامض الكلوروديك . هل تنوب ؟ وهل يصعد منها غاز ؟

(د) قارن بين الرخام وبين المادة الحادثة من تسخينه واجمع خواصهما المتناظرة فى جدول وذلك من حيث تأثير الماء فيهما . ومن حيث كون كل قابلا للذوبان أو غير قابل . ومن حيث تأثيرهما اذا كانا مبلولين فى ورقة عباد الشمس . ومن حيث تأثير الحامض فيهما . هل هما مادة واحدة ؟

(هـ) هل من النتائج السابقة تعتبر أن تسخين الرخام يحدث تغيرا كيميائيا أو طيعيا ؟

تدريب ٥٨ — خواص الجير — خذ قطعة من الجير الجيد وقطر عليها قليلا من الماء واتركها زمنا وبين فصل الماء المرجوح معها فى عباد الشمس ثم أفرغ قليلا من حامض مخفف تخفيفا عظيما على قطعة صغيرة من الجير وقارن بين خواص الجير وخواص المادة الحادثة من تسخين الرخام .

تدريب ٥٩ — تأثير الحرارة فى حجر الجير والطباشير — سخن فى فرن قليلا من حجر الجير ومن الطباشير فى بودقتين وصين ما يفقد من الوزن بعد تكرار التسخين مرات . ولاحظ خواص المادتين الباقيتين بعد التسخين وقارنهما بخواص الجير .

الرخام والكلس — الرخام صخر بلورى قليل الوجود فى إنجلترا وكثير فى ممالك أخرى كإيطاليا ويوجد الكلس أى المادة التى يتركب منها الرخام شفافا لا لون له تارة وتارة حل شكل بلورى تام (شكل ١١ و ٤٥) والرخام يكاد يكون غير قابل للذوبان



(شكل ٤٥) بلورات الكلس (ذات الشكل الباني المتبلور)

في الماء فلا يظهر فيه تغيراً عند بله كما أن الماء الذي رج معه لا يؤثر في عباد الشمس الأزرق أو الأحمر فالرخام إذن مادة متعادلة ولو وضع في حامض لذاب مع افراز فقاقع غازية عديدة اللون أسماء النوبان .

وإذا صحت بلورة الكلس الشفاف بلهب بضع دقائق فإن السطح يرى كدرا وإذا برد ثم غمر في الماء سمع له أزيز عال ويصير الماء قلوياً كما يرى بالاختبار فلا شك في حدوث مادة قلوية أثناء التسخين وهذا يدل على أن تسخين الرخام يحدث تغيراً كيميائياً .

المادة المكونة بتسخين الرخام — يلاحظ عند تسخين مقدار معلوم الوزن من مسحوق الرخام في الفرن العازل أن قد طراً نقص ظاهر في وزنه فتكون المادة الباقية أقل من الأصلية والماء يؤثر في الجسم الصلب المتروك من بعض الوجوه فإذا قطر عليه حدثت حرارة عظيمة تحول بعض الماء إلى بخار وهذا الجسم الجديد قابل بعض القبول للنوبان في الماء ومحلوله قلوياً كما رأينا وإذا وضع في حامض الكلورودريك المخفف ذاب ولا يخرج منه غاز كما حصل في نوبان الرخام في الحامض فبتسخين الرخام ينتج جسم صلب مختلف عنه تمام الاختلاف .

ويسمى هذا الجسم في العرف بالجير وللماء تأثير غريب فيه إذ يصير القطع الكبيرة المتناسكة مسحوقاً ناعماً ويحدث من ذلك حرارة عظيمة يصعد بسببها غيم من البخار ويسمى الجير الجديد التجهيز بالجير الحي وبعد بله بالماء يصير جيراً مطلقاً يذوب ذوباناً يسيراً في الماء ويكون محلولاً قلوياً يعرف "بماء الجير" .

حجر الجير والطباشير والرخام مادة واحدة — إذا قورنت بين صخر حجر الجير والطباشير والرخام ظهر تشابه عظيم على رغم اختلاف بعض خواصها الطبيعية فجميعها تكاد تكون غير قابلة للنوبان في الماء ولكنها تذوب في الحامض وتحدث غازاً صليماً اللون وإذا صحت تفقد بعض وزنها وتستحيل إلى جير ويوجد الحجر الجيري والطباشير في بعض الجهات ولا يمكن تمييز أحدهما من الآخر إلا بصعوبة ويكون حجر الجير في جهات أخرى صلباً يشابه الرخام والحقيقة أن هذه الأحجار الثلاثة — الرخام والطباشير والحجر الجيري — تتركب من مادة واحدة هي من بقايا الحيوانات البحرية .

ويتركب معظم الحجر الجيري من أجزاء صلبة من الأطوم والمرجان (حيوانات بحرية تشابه شقائق النعمان البحرية) ويتركب الطباشير كما يرى بالمكروسكوب من ملايين من

صدف الحيوانات الثعينة الدقيقة (حيوانات بحرية صغيرة) وأما الرخام فقد تكون من الحجر الجيري بفعل حرارة وضغط عظيمين في القشرة الأرضية .

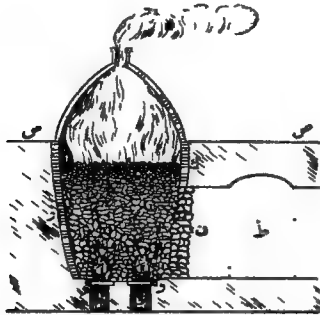
صناعة الجير — تصنع المادة المعروفة بالجير من قديم الزمان من الطباشير والحجر الجيري فكانت القائن تبنى غالباً على منحدر التلال ذات (الحاجر) على شكل آبار مستديرة واسعة وكانت نهايتها العليا أوسع من القعر الذي تجاوره فتحة .



(شكل ٤٦) قين الجير (المطر الأمان)

ا ، ب بابا الفرن — ح ، د حرارة رقاد — ه ، و تبا كحراق — ح ، ع وقود — س ، ك طباعة آجر — ي باب صغير لمشاهدة سير الاحتراق — ط قبة حافية أبواب يجرح به الجير عند الاحتراق

وأما الحديث منها فأكثر اهما ولكن العكة واحدة (شكلي ٤٦ و ٤٧) فتوضع المواد القابلة للاحتراق كالخشب والقحم في غور القمين وتكدس فوقها قطع من حجر الجير أو الطباشير ومعها مقدار آخر من الوقود فبعد إيقاد النار من الفتحة السفلى تشتعل اشتعالاً تدريجياً في أنحاء القمين فتحدث حرارة عظيمة تحول حجر الجير أو الطباشير إلى جير غير أن الجير المكتون على هذا النحو لا يمكن أن يكون قوياً أكثر ما يستعمل في عمل «الخرصاني» (اسمنت) والملاط والمتبع الآن علم مزج الوقود بالحجر الجيري بل إحراقه على شبك من الحديد وبذلك يحصل على نتاج أكثر ثقاء ويجب ألا يلتبس الفرق بين الجير والحجر الجيري لأن هذا يصنع منه ذاك .



(شكل ٤٧) مقطع لبن الجير (مبتدأ من سه الى سه في شكل ٤٦)
مدلول الأحراف ما كما في (شكل ٤٦) — د حصة القطين الجانبة مقمعة بقطع
من الطباشير الملتصقة بتراب الجير

نقص وزن الرخام عند تسخينه — إذا سخن الرخام تسخيناً شديداً فإنه يفقد جزءاً من وزنه وإذا استقر التسخين وصل إلى حد لا نقص بعده وبذا يكون التغير الكيميائي قد تم ويتحول الرخام عن آخره إلى جير حي فيحسب نقص وزن الرخام في المسألة والمحصل على نتيجة صحيحة يجب الاعتناء بالآيعة شيء من الرخام وأن يستعمل ميزان حساس وهالك نتيجة تجريبية :

وزن البودقة والرخام قبل التسخين	... .. = ١٦,٨٢١ من الجرامات
وزن البودقة	... .. = ١٥,٨٣٧ من الجرامات
∴ وزن الرخام المستعمل	... .. = ٠,٩٨٤ من الجرام
وزن البودقة والرخام قبل التسخين	... .. = ١٦,٨٢١ من الجرامات
وزن البودقة والرخام بعد التسخين	... .. = ١٦,٣٨٩ من الجرامات
∴ نقص وزن الرخام	... .. = ٠,٤٣٢ من الجرام
∴ نقص وزن ٠,٩٨٤ من الجرام من الرخام	... .. = ٠,٤٣٢ من الجرام
∴ نقص وزن ١٠٠ جرام من الرخام	... .. = ٤٣,٩٠ من الجرامات

وبأجراء تجارب من هذا القليل نجد أن متوسط نقص الوزن يكاد يكون ٤٤ ٪ .
تماما فن كل ١٠٠ جرام من الرخام يحصل على ٥٦ جراما من الجير فقط .

ربما يبدو الى الذهن أثناء البحث في نتائج تسخين الرخام أن هذا التغير كثيره
كما يحدث بتسخين المواد . وربما اتحد الرخام عند تسخينه بجزء من الهواء وصعد الناتج
من البودقة في صورة بخار أو غاز وهذا التغير لا يمكن أن يحصل ما دام الهواء محجوبا
عن الرخام كما يتوقع اذا غطى بطبقة رملية قبل التسخين ولكن قد وجد أن تغير الوزن
حاصل أيضا اذا غطى فلا دخل للهواء في التغير الكيميائي ولكن هناك مسألة لاشك
فيها وهي أن المادة المفقودة بالتسخين يجب أن تصعد في صورة بخار أو غاز عديم اللون
إذ لا نرى أثرا لصعودها أثناء التسخين .

• ويحسن الآن أن تترك البحث في حقيقة هذا التغير المنتج للجير وتخطاه الى البحث
في تغير الرخام بالحوامض .

(٢٦) فعل الحوامض في الرخام

تدريب ٦٠ — ذوبان الرخام في الحوامض .

(أ) ضع قطعة صغيرة من الرخام في حامض الكلورديريك المخفف ولاحظ ما يحدث
ثم قارن النتيجة بما لاحظته عند إذابة الجير في هذا الحامض نفسه وبيّن الفرق
بين النتيجةين .

(ب) يَصِفُ المحلول الناتج الى أن يحف وقارن بين الجسم الحاصل وبين الرخام وينظر هل
يذوب في الماء بسهولة ثم يلاحظ أثر تركه في الهواء بضع ساعات ، هل هو رخام ؟
(ج) صف المادة العازية الحاصلة من إذابة الرخام في الحامض وبيّن هل ذوبان
الرخام في حامض تغير كيميائي أو طبيعي ؟

(د) أذنب الرخام في حامض الكبريتيك والأزوتيك المخففين وشرح ما يحدث .

تدريب ٦١ — تغير الوزن أثناء إذابة الطباشير والرخام في الحوامض .

(أ) جهز دورقا صغيرا كما هومين (شكل ٤٨) واحش الأنبوبة الواسعة بقطن
مندوف حشوا محكما ثم زن بالضبط في أنبوبة اختبار صغيرة يمكن ادخالها
في الدورق مقدارا صغيرا (نحو جرام) من مسحوق الطباشير أو الرخام واسكب

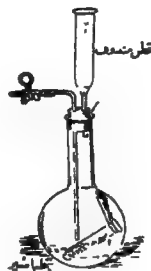
في الدورق نحو ٢٠ سم^٣ من حامض الكلورديريك المركز بعد تخفيفه بما يساوي حجمه من الماء ثم طلق أنبوبة الاختبار في الدورق بحيث من القطن حتى لا يصل الحامض الى الرخام وبعد إعادة السداد الى مكانه محكما زن الدورق بما فيه وأمله حتى يصل الحامض الى الرخام وعند ما يذوب فأمر تيارا ضعيفا من الهواء في الأنبوبة الطويلة بواسطة المنفاخ حتى يحل الهواء محل ما في الدورق من الغاز ثم زنه ثانية واحسب النسبة المئوية لتغير وزن الرخام المستعمل.

(ب) إذا كان في الوقت متسع فأعد التجربة مستعملا حامض الأزوتيك بدل حامض الكلورديريك ويتين هل نقص الوزن في المائة واحد في الحالتين ؟

(ج) قارن نسبة نقص الوزن في المائة بالنقص عند تسخين الرخام واذكر الأدلة التي تستنتجها لبيان سبب نقص وزن الرخام عند تسخينه .

نتائج إذابة الرخام في الحوامض — إذا وضعت قطعة من الرخام في حامض الكلورديريك المخفف ذابت حالا وتكونت فقاعات من غاز عديم اللون فإذا بصر هذا المحلول لا يحصل رخام وإنما تنفج مادة أخرى مخالفة له كل المخالفة في الخواص إذ يختلف مظهر بلوراتها عن مظهر بلورات الكلس وتذوب في الماء حالا وإذا تركت في الهواء نذبت وذابت فيما يجتمع حولها من الماء ومقاديرها الطبيعية الثابتة هي مقادير كلورور الكلسيوم (صفحة ٢١) فن الرخام والحامض تتكون مادتان جديدتان كلورور الكلسيوم وغاز عديم اللون فالنتيجة إذن كيميائية لا طبيعية وكذا يذوب الرخام في غير ذلك من الحوامض منتجا نتائج مشابهة لهذه بعض المشابهة فيخرج غاز عديم اللون وجسم صلب يختلف اختلافا تاما عن الرخام .

نقص الوزن عند إذابة الرخام في الحوامض — لتعيين تغير الوزن الحادث من هذه التغيرات الكيميائية يستعمل الجهاز المبين (شكل ٤٨) ويرى الطالب تمصيل التجربة في تدريب (٦١) فيؤخذ شيء من الرخام ويوزن في أنبوبة اختبار صغيرة ثم يعلق في دورق فوق كمية صغيرة من الحامض وبعد تعيين وزن الدورق وملحقاته ومحتوياته



(شكل ٤٨)
تغير الوزن أثناء إذابة الطابير
أو الرخام في حامض

يترك الحامض ليؤثر في الرخام وتحشى الأنبوبة التي يخرج منها الغاز بقطن مندوف حتى لا يعمل الغاز معه رشاشا من الحامض وعندما يذوب الرخام يطرد الغاز من الدورق بتيار من هواء المتناخ فإذا وزن الدورق ثانية يرى أن وزنه قد نقص ولا شك أن هذا أت من خروج الغاز المتكوّن وهو يكاد يكون ٤٤ ٪ تماما من وزن الرخام المستعمل .

وقد بين الطيب بلاك الادبيري (سنة ١٧٥٤) أن النقص في الوزن يقرب من ٤٤ ٪ من وزن الرخام المستعمل مهما كان نوع الحامض المتخذ لإذابته .

طريق لمعرفة تركيب الرخام — لقد وصلنا الآن لمعرفة طريقة هامة وهي أن نحض الرخام عند تسخينه يساوى نقصه عند إذابته في حامض أي ٤٤ ٪ ولا يعقل أن يكون طباق هاتين النسبتين مجرد مصادفة فهل يمكن أن يكون نقص الوزن بالتسخين ناتجا من تطاير نفس الغاز المتطاير عند الإذابة في حامض ؟ إذا كان كذلك فهذا سبب "لوى العص" في الحاتين وهو يدل على أن الرخام يجب أن يكون مركبا من غاز عديم اللون متحدا بالجزء الذي يغلف بعد تسخينه نريا أمكن لذلك تكوين الرخام بالتوفيق بين الجير وعنقا الغاز العديم اللون ينبغي أن تذكر أن الرخام لم يبع هذه الصلابة والبرودة إلا بسبب الضغط في نشرة الأرض لهذا تتوقع أن يكون ما حصل إليه بطريق الصناعة أقل صلابة وكثافة وأن يكون أسوأ بالطبع من الرخام .

(٢٧) تركيب الرخام

تدريب ٦٢ — الغاز المتكوّن من الرخام مع الحوامض — للحصول على



الغاز الحاصل من تأثير الحوامض في الرخام خذ الجهاز الموضح بتدريب (٥٦) واحض الأنبوبة الواسعة بقطع من الرخام واستعض عن أنبوبة الوصل أنبوبة ذات زاويتين قائمتين (شكل ٤٩) ثم ثبت الأنبوبة الراسعة داخل الخباز بحيث يصل ما فيه من حامض الكاوردريك المخفف إلى الرخام وأمر الغاز المتكوّن في ماء الجير الراقق (وهو محلول الجير المشبع الحاصل بوضع الجير المطحون في الماء) ثم لاحظ ما يحدث .

(شكل ٤٩)

تجهيز عازم إذابة الرخام في حامض

تدريب ٦٣ — الجسم الصلب المكوّن من اتحاد الجير والغاز الناتج من الرخام .

(أ) جهاز مقدارا كبيرا من الراسب الحاصل في التدريب السابق بأن يُمزج الغاز في دورق كبير مليء بماء الجير فمن حيب إن الراسب يأخذ في الذوبان إذا زاد ما يُمزج من الغاز على كمية معينة يقطع تياره إذا ظهرت علامة ما تدل على أن الجسم أخذ يذوب ثم ضع الجسم على ورقة رشح وجففه في فرن الهواء الساخن .

(ب) افحص الجسم الصلب المجهز كما مر . هل هو حامض أو قلوي ؟ ابحث عن فعل الحوامض فيه وبمضي قطعة معلومة الوزن منه في القرن العازل حتى يصل نقص وزنها الى غايته القصوى ثم عتّن ما فقدته في المائة من الوزن وافحص الجسم الصلب الباقي في البودقة وعتّن هل هو جير ؟ ثم حقق إن كان هذا الجسم في نفس الرخام أو الطباشير .

تجهيز الرخام من الجير — للوقوف على أن الرخام مركب الجير والغاز الناتج من إذابته في الحوامض يوفق الجير مع هذا الغاز بأن يمزج الغاز مثلا في ماء الجير (صفحة ٩٢) فيظهر حالا جسم صلب ابيض غير قابل للذوبان في الماء (كل جسم صلب غير قابل للذوبان وقد تتكوّن من محلول يسمى "راسبا") ولا ينبغي إصرار الغاز فوق ما يلزم لأن الراسب يأخذ في الذوبان بعد مدة ويمكن الحصول على مقدار وافر من هذا الجسم باصرار الغاز في كمية كبيرة من ماء الجير ولصّل الراسب يرشح ويحفّف ثم بفحص فيرى أنه يذوب في الحوامض ويفرز غازا عديم اللون وأنه لا يؤثر في عباد الشمس وإذا سخن تسخينًا شديداً فقد $\frac{1}{4}$ من وزنه وترك جسمًا صلبًا خواصه تكوّن الجير فهو يطابق الرخام في تركيبه مع أنه مسحوق ابيض كما بين ذلك "بلاك" سنة ١٧٥٤

ومعنى هذا أن الرخام قد تتكوّن أو ركب من الجير والغاز المجهز بوضع الرخام في الحامض والمادة المجهزة بهذه الكيفية أكثر مطابقة للطباشير منها للجير وتعرف بالطباشير الراسب وأما الغاز الناتج من إذابة الرخام في الحوامض فيكنى أن نسميه الآن "بغاز الطباشير".

انقسام الرخام الى جير وغاز طباشير — هل يمكن بعد ما شاهدناه أن نحصل على غاز الطباشير والجير بتسخين الرخام ؟ وأسهل طريقة لذلك تسخين مسحوق الرخام في زجاجة متينة قد ركبت عليها أنبوبة وصل مغنومة في ماء الجير ويمزج فيه ما تتكوّن من غاز الطباشير فينتج راسب طباشير على أنه ربما لا يتكوّن هذا الراسب مع أنه يكبد ماء الجير قليلا .

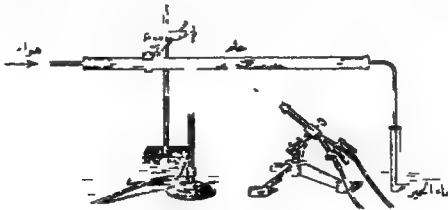
ولتفسير هذه النتيجة التي لم نتوقعها يجب أن ننظر مليا في كيفية الحصول على الجير من الرخام فأولا يسخن الرخام في فرن حتى ترتفع درجة حرارته ارتفاعا عظيما ومع هذا لا يتم التغير إلا بعد ساعة على الأقل ثانيا يمزج تيار قوى من الهواء فيذهب بكل ما يتكون من الغاز مجاورا للرخام .

والرخام بتسخينه في الأنبوبة لا ترتفع حرارته الى درجة عالية كهذه والغاز الناتج يبقى مع الرخام . ويجب أن يلاحظ أنه لم يرهن من قبل على إمكان استخراج الجير بهذه الطريقة بل ربما تمذر التغير في هذه الحالة وإنما يمكن تكوين غاز الطباشير اذا اتبعنا شروط الفرن العازل .

ولذلك يسخن الرخام في أنبوبة متينة بلهب البورى ويمزج فيها تيار من الهواء (شكل ٥٠) يسخن بلهب يعنى جزء الأنبوبة الأمامى فلا يبرد الرخام ويمزج الغاز الحاصل في ماء الجير فينتج راسب طباشير أبيض دلالة على أن الرخام قد انقسم الى جير وغاز طباشير .

شروط تحليل الرخام — التغيران الكيميائيان اللذان عرفناهما الآن متضادان كل التضاد فهما :

- (١) انقسام الرخام الى جير وغاز طباشير ويسمى ذلك "بالتحلل" .
 - (ب) تكون الرخام من الجير وغاز الطباشير ويسمى ذلك "بالاتحاد" أو "التكون" .
- هذا الذى يعين إذن طريق سير هذا التغير ؟ هنا أمر ظاهر . فأحوال التغيرين متباينة تماما ففي (١) درجة الحرارة عالية ويبعد الغاز عن الجير وفي (ب) درجات الحرارة معتادة ويقرب مقدار كبير من غاز الطباشير الى الجير وبتغير هذه الشروط تنعكس النتيجةتان انعكاسا تاما ويقال في كل تغير كيميائى كهذا إنه قابل للانعكاس .



(شكل ٥٠) إنتاج غاز يتسخن الرخام

التغيرات القابلة للانعكاس — ورد فيما سبق أمثلة من هذا القبيل فالزئبق اذا سخن فى الهواء الى درجة أكثر انخفاضاً من درجة حرارة غليانه اتحد بالأكسجين وتكون أكسيد الزئبق الأحمر (صفحة ٦٩) واذا سخن هذا الى درجة حرارة أعلى من السابقة انفصل الى زئبق وأكسجين ويمكن أن يكتب هذا التغير كما يأتى فيدل السهمان على أن التغير يمكن أن يتبدى من أى طرف .



وكذا إذا أمر البخار على الحديد المسخن فانه يحوله الى أكسيد الحديد الأسود مكوناً معه أيروكس (صفحة ٦٩) واذا أمر الأيدروجين على أكسيد الحديد الأسود المسخن فانه (الأيدروجين) يتكسد متحولاً الى ماء ويختزل أكسيد الحديد الى حديد وتكتب هذه التغيرات هكذا :



فمن هذه النتائج يعلم الطالب أهمية ملاحظة الشروط والأحوال التى يحدث بها التغير الكيميائى فلما درسناه من الحالات حتى الآن نعلم أن العوامل الفعالة هى إما درجة الحرارة وإما إزالة إحدى المواد الغازية المصاحبة للجسم الصلب وإما استرجاعها .

(٦/١) الجير والمغنيسيا

تدريب ٦٤ — إطفاء الجير — اتنى قطعة من الجير الحديث الأحرار وزنها فى بودقة معلومة الوزن ثم اسكب عليها الماء قطرة قطرة الى أن ينطفئ الجير ويبتل تماماً ثم جفف الجير المنطفئ فى فرن الهواء الساخن حتى يصل وزنه الى غاية النقص واحسب زيادة الوزن فى المائة بالنسبة لوزن الجير الحى المستعمل .

تدريب ٦٥ — خواص المغنيسيا — أحرق قطعة صغيرة من شريط المغنسيوم فى بودقة واجمع ما أمكك من الأكسيد المتكون وبعد لإخراج المغنسيوم غير المحترق من البودقة ضع قليلاً من الأكسيد الأبيض على ورق عباد الشمس الجاف وانظر هل له فعل ؟ ثم اسكب قليلاً من الماء على جزء آخر من الأكسيد وأضف اليه محلول عباد الشمس وقارن فعل الأكسيد الجاف والأكسيد الرطب فى عباد الشمس واسكب أيضاً على الأكسيد الرطب شيئاً من حامض الكلوريدريك المخفف ولاحظ ما يحدث .

تركيب الجير المطفأ — بحثنا في كيفية تجهيز الجير الحى ولكنا لم نذكر شيئا يتعلق بتركيبه ولا بكونه عنصرا أو جسما مركبا فنقول الآن أنه إذا سخن إلى درجة البياض لا يحدث تغير أو نقص في الوزن ولكن الماء يحدث فيه ذلك التغير الظاهر المعروف بإطفاء الجير فينتفت ويصير مسحوقا أبيض ناعما وتحدث حرارة عظيمة جدا تحول بعض الماء إلى بخار.

فهل هذا التغير كيميائى أو طبعى ؟ إذا كان الأول فإن تجاربنا السابقة تدل دلالة واضحة على أن الوزن لا بد أن يتغير وهذا هو الواقع فإذا أطفئت قطعة معلومة الوزن من الجير بتبليط بماء زائد على ما يلزم لذلك ثم تجفيفها في فرن الهواء الساخن حتى يصل وزنها إلى غايته من النقص أى حتى يخرج ما فيها من الماء الزائد على ما لزم لاطفائها فهناك زيادة تعادل ٣٢٪ متى صار الوزن ثابتا فبعض الماء إذن يبقى في الجير ولو سخن إلى درجة ١٠٠° مئوية .

وهالك التغير الحادث :

$$\begin{array}{rcl} \text{جير حى} & + & \text{ماء} = \text{جير مطفأ} \\ ١٠٠ \text{ جزء بالوزن} & & ٣٢ \text{ جزء بالوزن} \quad ١٣٢ \text{ جزء بالوزن} \end{array}$$

فهناك دلائل وافية على أن الجير المطفأ مادة قائمة بذاتها مكونة من الجير الحى والماء .

خواص المغنيسيا — لدينا مادة أخرى تشابه الجير وهى المغنيسيا — الأكسيد المكون من احتراق فلز المغنيسيوم — ولا يؤثر هذا الأكسيد إذا كان جافا في عباد الشمس فإذا كانت مبلولا فإنه يتغير كما يطفأ الجير ويتكون محلول يصير ورق عباد الشمس الأحمر أزرق وهو قلوئى بعض الشيء وتذوب المغنيسيا في حامض الكلووردريك والأزوتيك كالجير من غير أن تفرز غازا ولا تتغير إذا سخن إلى درجة البياض ولكنها كالجير تقعد (بغاز الطباشير) وتنتج مادة تشابه الطباشير .

ويوجد هذا الجسم المركب المكون من اتحاد المغنيسيا بغاز الطباشير كثيرا وحده تارة ويسمى "بالمغنيسيت" وتارة ممتزجا بحجر الجير المعتاد مكونا معدنا يسمى "كليت" يحصل على المغنيسيا بتسخين المغنيسيت تسخيناً شديدا كما حصل على الجير من حجر الجير أو من الطباشير والمغنيسيت كالطباشير أو حجر الجير ليس له خواص قلوئية وهو كالطباشير يذوب في الحوامض مفرزا (غاز طباشير) .

تركيب المغنيسيا والجير — يتركب المغنيسيت من مغنيسيا وغاز الطباشير فإذا سخن يحدث ما يأتي :



ولكون المغنيسيا أكسيد فلز المغنيسيوم تعين أن يكون المغنيسيت مركب أكسيد المغنيسيوم وغاز الطباشير .

ولما كان الطباشير يمثل المغنيسيت تمام المائلة والجير يمثل المغنيسيا نتج أن الجير أكسيد فلز يمثل المغنيسيوم ولقد تقب الباحثون عن هذا الفلز زمانا طويلا ولكن بغير جدوى فلما كانت سنة ١٨٠٨ جهزه ديفي (Davy) الكيميائي الشهير فظهر أنه فلز أبيض لامع يتكدر بسهولة في الهواء ويسمى "بالكسيوم" لأنه يدخل في تركيب الكلس فالجير الحق أكسيد كلسيوم والطباشير مركب أكسيد الكسيوم وغاز الطباشير والثغـر عند إطفاء الجير هو عبارة عن إضافة أيدروجين وأكسجين (في صورة ماء) إلى أكسيد الكسيوم وهذا مثال آخر من أمثلة الاتحاد أو التكون ويسمى الجير المطلقا في الكيمياء "بأدرسيد الكسيوم" دلالة على أن المركب يحتوي على أيدروجين وأكسجين .



وبمثل هذه الطريقة تفقد المغنيسيا بالماء .



وأدرسيدات الكسيوم والمغنيسيوم هي القلوية لا الأكاسيد أى ليس للأكسجين الجير والمغنيسيا الخاص قلوية .

أمثلة على الباب التاسع

(١) فسر التغيرات الحادثة من احتراق حجر الجير في قين واذكر في أى شيء يستعمل الناتج عادة .

(٢) اشرح الطريقة التي بها تعين مقدار تغير الوزن عند إذابة الرخام في حامض .

(٣) إذا كان الجسم الصلب الحادث من إذابة الطباشير في حامض الكلورديك ويحترق المحلول قابلا جدًا للنوبان في الماء وكان الطباشير نفسه غير قابل للنوبان فيه فما الذى تستنبطه من ذلك ؟ وهل لديك أدلة أخرى تعزز بها ما تقول ؟

- (٤) وضع تماماً ما يحدث عند إذابة الرخام في حامض ثم إمرار الغاز الناتج في ماء الجير مدة طويلة وقارنت بين خواص الجسم الصلب المكون في ماء الجير وخواص الرخام .
- (٥) قارن بين نتيجتي وضع (أ) حجر الجير (ب) والجير في حامض الكلوريدريك المخفف واذكر بماذا تملل الفرق بين النتيجتين ؟
- (٦) كيف تبرهن على أن الغاز الحاصل من إذابة الطباشير في حامض قد نخرج من الطباشير لا من الحامض ؟
- (٧) فسر معنى التغير القابل للانعكاس واذكر الشروط التي يحدث فيها مثل هذا التغير .
- (٨) كيف تكون من الطباشير جيرا حيا وجيرا مطفاً وماء جير ؟ ولأى شيء يستخدم ماء الجير في المعمل ؟
- (٩) كيف تبين أن الطباشير يتركب من جير وغاز عديم اللون ؟ واذا سحقنا الطباشير فكيف تبين مقدار محصول الجير في المائة بالضبط ؟
- (١٠) كيف تعزل نموذجاً من الرمل عن مخلوط صميم مكون من الرمل والطباشير ؟
- (١١) كيف تبين أنه يمكن أن يحصل من الطباشير على (أ) جسم صلب ذى خواص تختلف تمام الاختلاف عن خواص الطباشير (ب) وغاز مخالف للهواء الجوى ؟
- (١٢) صف مظهر الجير الحى وأشرح تأثير (أ) رشه بالماء (ب) خلطه بحامض الكلوريدريك .
- (١٣) اشرح تركيب قنين الجير واستعماله وبين ما تراه من الفرق بين خواص حجر الجير قبل تسخينه وبعده .
- (١٤) إذا صب حامض الكلوريدريك على الرخام نشأ غاز لا يرى يطلق شمعة موقدة فما التجارب التي تبين أن هذا الغاز مطابق أو غير مطابق للغاز الذى يبقى بعد احتراق الفسفور في اناء مقفل مملوء بالهواء ؟

تمارين عملية

- (١) تبين التأثير الحادث من تسخين حجر الجير في الفرن العازل ثم أوجد مقدار تغير الوزن في المائة وانقص المادة الباقية بعد التسخين وقارنها بالجير .
- (٢) اعمل تجارب تبرهن بها أن قشر البيض يتركب من نفس المادة المركب منها الرخام .
- (٣) أذنب الرخام في حامض الأزوتيك واستخرج نتاجاً صلباً .
- (٤) أوجد نقص الوزن في المائة عند إذابة الرخام أو الطباشير في حامض الأزوتيك .

الباب العاشر - الكربون

(٢٩) نتائج احتراق فحم الخشب في الأكسجين

تدريب ٦٦ - خواص فحم الخشب .

(أ) ضع قليلاً من الخشب في بودقة وغطها بالرمل ثم سخنها مدة والحض الناتج وقارنه بفحم الخشب العادى .

(ب) هل فحم الخشب قابل للذوبان في الماء أو الكحول أو حامض الكبريتيك المخفف ؟

(ح) سخن فحم الخشب على مائدة حديدية أو نصل مبردة وبين هل يحترق بسهولة في الهواء ؟

تدريب ٦٧ - تكوين أكسيد من فحم الخشب .

(أ) املاً مخاير أكسجين ثم سخن قطعة من فحم الخشب في مائدة إحراق وأزلها في أحدها ولا حظ التأثير ثم اخبر الغاز الباقي في المخبار بعد أن ينطفئ فحم الخشب .

هل الشمعة الموقدة تبقى على حالتها فيه ؟ رج معه أيضاً شيئاً من محلول عباد الشمس .

(ب) جهز هذا الأكسيد في مخاير أخرى مملوءة بالأكسجين بأن تحرق فيها فحم

الخشب . هل يمكن إفراغه من مخبار إلى آخر ؟ حقق وجوده في المخبار الثانى بادخال شمعة رفيعة موقدة فيه .

(ح) رج الأكسيد الذى في أحد المخاير مع ماء الجير الرائق . ما أثر ذلك ؟

هل هناك غاز آخر يضل هذا القفل ؟ املاً أنبوبة اختبار بهذا الأكسيد بإفراغه

فيها من أحد المخاير ونكس فوهتها في ماء الجير واذا كر الى أى حد امتص الغاز .

(د) رج الأكسيد الذى في مخبار آخر مع محلول الصودا الكاوية . هل امتص الغاز ؟

تدريب ٦٨ - مقارنة هذا الأكسيد بغاز الطباشير .

(أ) املاً مخاير من الغاز المجهز من الرخام وحامض (تدريب ٦٢) وقارن خواص هذا

الغاز بخواص الأكسيد الناتج من فحم الخشب وبين هل هما متطابقان ؟

(ب) خذ دورقاً مجهزاً كما في شكل (٢٢) واملاً بهذا الغاز وعين ثخنته واحرص ألا

يدخل الدورق عيثر من الماء .

(ح) أدخل قطعة من شرط المغنسيوم الموقد في خبار مملوء بالغاز المكوّن من الرخام والجير ولاحظ ما يحدث ثم افحص التاجين الصليين وأعد التجربة في خبار مملوء بأكسيد الفحم المجهز كما في تدريب ٦٧ (أ) وبين طبيعة التاجين مما تراه عند احتراق المغنسيوم .

فحم الخشب — يحترق الخشب اذا سخن في الهواء ولا يبقى منه إلا قليل من الرماد ولكنه اذا سخن في وعاء مغلق بقيت مادة سوداء ذات مسام تعرف بفحم الخشب .
يصنع فحم الخشب باحراق كُوم كبيرة من الخشب المغطى بالطين فيذهب جزء من الخشب بالاحتراق ويسخن الباقي تسخيناً شديداً فيتحول الى فحم خشب وفي هذه الطريقة خسارة كبيرة لأن الخشب المحرق يذهب عن آخره وهناك طريقة اقتصادية فيسخن الخشب في معوجات مقفلة من الحديد ومثل هذا أن تحرق فئق من الخشب في بودقة من الصيني . ويستعمل فحم الخشب وقوداً في جميع الجهات ويحتوى على عنصر يسمى "الكربون" .

تكوين أكسيد من الكربون — اذا سخن فحم الخشب في انواء احترق احتراقاً ضعيفاً فذا وضع وهو متوهج في آنية مملوءة بالأكسجين اشتعل مناجالام (صفحة ١٧٠) وحصل أكسيد وهو غاز عديم اللون لا يمكن أن تحترق فيه مادة قابلة للاحتراق وينشأ منه مع الماء محلول حامض وإذا رج معه ماء الجير استحال لبنى اللون ونجم جسم صلب أبيض والخاصة الأخيرة تذكرنا بفعل غاز الطباشير (صفحة ٩٦) وتشير ألياً بأن هذا مطابق لأكسيد الكربون الذي يتحد معه أيضاً في بقية الخواص .

فلو كان لفازان سواء لوجب أن يكون الراسب الناتج من رج أكسيد الكربون مع ماء الجير هو والطباشير مادة واحدة والبحث عن حقيقة هذا الأمر يجمع هذا الجسم الصلب غيرى أن الخواص تجعل فيه فعلها في الطباشير وأنه لا يؤثر في عباد الشمس وأنه اذا سخن يفقد ٤٤ ٪ من وزنه (صفحة ٩٨) وهذا كله يدل على أنه طباشير مرسب فيجب أن يكون غاز الطباشير وأكسيد الكربون هذا غازاً واحداً .

اختزال أكسيد الكربون — يخالف المغنسيوم أكثر المواد القابلة للاحتراق فيستمر محترقاً في أكسيد الكربون متجا مسحوقاً أبيض مشوباً بقطرات من جسم أسود ومما نعلم من طبيعة المسادين الأصليتين يظهر أن هذين التاجين هما أكسيد المغنسيوم

والكربون ولو أمكن جمع مقدار كاف من الرقطات السوداء لتهسر احراقها في الاكسجين وذا يتكون أكسيد الكربون وظاهر أن المغنسيوم يحترق في غاز الطباشير منتجا هذه النتائج نفسها فالغاز الناتج من إذابة الرخام في حامض قد انحل وظهر أن فعله كفعل أكسيد الكربون من جميع الوجوه أى أن المغنسيوم يحترق في كل من هذين الغازين على نحو ما يأتى :



ويمكن الآن أن نضرب صفحا عن تسمية أكسيد الكربون باسم غاز الطباشير وأن نسميه باسمه الحقيقى وهو ثانى أكسيد الكربون وصناتى على سبب هذه التسمية بعد .

(٣٠) عنصر الكربون

ملحوظة : تحتاج التجارب الآتية الى أربعة مخابير مملوءة بالاكسجين .

تدريب ٦٩ — النيلنج .

(١) اخض وصف النيلنج وقارنه بفحم الخشب وبين هل هو قابل للذوبان في الماء أو الكحول أو زيت الزاج المخفف ؟ وهل يطفو على الماء ؟

(ب) ضع قطعة من الصينى في لب مصباح الزيت ولاحظ ما يتراكم عليها بعد بضع ثوان ثم قارن هذه المادة بالنيلنج .

(ج) ضع شيئا من النيلنج في ملعقة إحراق ومخفها تسخيننا شديدا في لب ثم غطسها حالا في إناء ملىء بالاكسجين . هل يحترق بسهولة كفحم الخشب ؟ قارن النتائج بنتائج فحم الخشب عند معاملته كذلك .

تدريب ٧٠ — الفحم الحيوانى والكوك والجرافيت .

(١) عتّن فعل هذه المواد اذا امتراها من الأحوال ما اترى النيلنج ثم لاحظ نتائجها عند اتحادها بالأكسجين ملاحظة خاصة .

(ب) اغل محلول عباد الشمس المخفف مع قليل من الفحم الحيوانى ثم رشح السائل ولاحظ تغير اللون .

تدريب ٧١ — الماس — اشرح ما تعرفه عن خواص الماس واذكر أشهر خاصة لهذا الحجر الكريم .

الكربون عنصر — إذا أحرق غم الخشب في الأكسجين فالغاز المتكوّن يتص جميعه عند رجه مع ماء الجير وإذا بقى غاز لم يتص يمكن البرهنة على أنه أكسجين لا غير ومهما تنوع الاختبار فانه يدل على أن تتاج إحراق غم الخشب في الأكسجين غاز منفرد لا شيء معه إلا الرماد القليل المتخلف بعد الاحتراق فغمم الخشب إذن مادة منفردة وليست مزيجاً من المواد ولم يسبق قط أن جرى إلى مادتين مختلفتين وإنما يتحول إلى مادة أهمل منه وهذا إنما يكون بالتصادف بشئ آخر فلا مراء في أن المادة السوداء التي يتركب منها عنصر .

صور الكربون — يحصل على مواد تشابه غم الخشب بتسخين مواد نباتية وحيوانية غير الخشب معزل عن الهواء فالغمم الحيوانى يصنع من العظام هكذا ويحتوى على كثير من المواد الصلبة التي فيها وليس فيه من الكربون إلا جزء صغير والتيلنج يشابه غم الخشب ويجهز بتمرير أواح باردة للهب الزيت أو التربين ويحصل على نموذج منه بوضع قطعة من الصفي في لب مصباح الزيت ويستخدم في صنع حبر المطابع وإذا احترق الفحم الحيوانى أو التيلنج في الأكسجين اتحد به وكوّن ثاني أكسيد الكربون فهما صورتان من صور عنصر الكربون والفحم الحيوانى يحترق تاركا مقدارا كبيرا في المائة من الرماد غير المحترق والفحم الحجري كربون غير نقي وقد تتكوّن من بقايا الغابات القديمة وإذا سخن في موجات مقفلة كما في مصانع الغاز خرجت منه غازات متنوعة ويختلف الكوك وهو كربون نقي تقريبا ويستعمل للوقود ويتركم على جوانب المعوجات جسم صلب متين يعرف بفحم المعوجات وهو مثال آخر للكربون يكاد يكون نقياً .

خواص الكربون غير المتبلور — تختلف الخواص الطبيعية لصور الكربون هذه اختلافاً بينا فكثافتها بين ١,٥ ١,٩ ٦ ولكنها سواء في كونها غير متبلورة لا تنوب في واحد من المميزات المألوفة ولا تؤثر فيها الحوامض المخففة وليس لها خواص قلوية أو حامضية وما كان منها ذا مسام يتص الغازات بسهولة فلو وضعت قطعة من غم الخشب تحت مخار فيه غاز النواذر المتجمع فوق الزئبق قامت على سطح الزئبق وامتصت النواذر عن آخره ولهذا يوضع منه مرشحات في الأنايب الخارج منها ماء البلايج وللغمم الحيوانى خصية إزالة ألوان كثير من الصبغات النباتية فلو أظلى معه محلول عباد الشمس فأن لونه يكاد يذهب جميعه ولهذا يستعمل الفحم الحيوانى

في استخراج السكر الأبيض من الأسمر وكثير من صور الكربون غير المتبلور يوصل الكهرباء بسهولة ويستعمل لحم الموجات في بطارية بترن وفي المصباح ذى القوس .

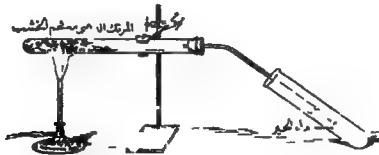
الكربون المتبلور — هناك نوعان آخران من الكربون يختلفان عما ذكر اختلافًا عظيمًا ويوجدان تحيين تقريبًا أحدهما الجرافيت وهو جسم صلب أشبه (كلون الفولاذ) لين دعنى الملمس نكافته تبلغ أحيانا ٢,٦ يرى بالميكروسكوب على شكل بلورات صغيرة مستطمة مستوية السطوح . والآخر هو الماس وهو أنقى أنواع الكربون مع أنه يختلف عن الأنواع الأخرى اختلافًا تامًا في خواصه الطبيعية ويوجد على شكل بلورات ذات ثمانية أوجه شفافة عرفت بصلابتها وبرقتها ونكافته ٣,٥ ويمتدق هو والجرافيت في الأكسجين مكوّنين نائي أكسيد الكربون مع دليل جدًا من الرماد دلالة على أنهما يتجان من الكربون القريب من النقاوة التامة .

وبينا نرى أنواع الكربون العادية غير متبلورة نجد هذين النوعين الطبيعيين الجرافيت والماس متبلورين ونكائهما أعظم كثيرا من نكافة غيرهما من الأنواع وقد كونا بالصناعة إلا أن الماس الصناعى أصغر بكثير من الطبيعى وليس له من الجمال ما لهذا .

(٣١) خواص الكربون الكيميائية

تدريب ٧٢ — تسخين الكربون مع الأكاسيد .

(١) اخلط شتًا من التارج (أكسيد الرصاص) بمسحوق لحم الخشب ومغن المخلوط في أنبوبة زجاج متينة (شكل ٥١) وأمس الغاز الحاصل في ماء الجير ولما ينقطع خروج الغاز اترك الأنبوبة تبرد ثم اغص ما فيها وحركه في هاون مع قليل من الماء ثم كب الماء تاركا الجزء الصلب في الهاون وما تعرفه عن تركيب التارج قزر طبيعة الحبات الفلزية الناتجة .



(شكل ٥١) تأثير الحرارة في مخلوط التارج ولحم الخشب

(ب) أعد التجربة مستعملاً أكسيد النحاس بدل اللثاج . هل النتائج متشابهتان ؟

خواص الكربون الكيميائية — لا يتحد عنصر الكربون بأكسجين الهواء ولا بالأكسجين النقي إلا إذا سخن تسخيناً شديداً ويتحد أيضاً بسهولة بالأكسجين المتحد بمادة أخرى فعند تسخين أكاسيد الفلزات مع غم الخشب يرى أنها تحترق وتبقى الفلزات ويتكون أكسيد الكربون .

فبهذه الطريقة يحترق الكربون أى أكسيد من أكسيد الرصاص وهما اللثاج وأرصاص الأحمر ويحولها إلى الفلز فينتج

أكسيد الرصاص + كربون = رصاصا + ثاني أكسيد الكربون

ويحصل هذا الاحتراق نفسه بتسخين الأكسيد على قطعة من غم الخشب بلهب لبورى فالكربون حامل احتراق نافع يستعمل كثيراً للحصول على كثير من الفلزات من معادنها .

ويظهر أنه ليس نكرون على وجه الإطلاق خواص كيميائية فعالة فبوز متعادل لا يؤثر في الحوامض المخففة ولا يتحد بسهولة بغيره من العناصر وإن كان له كثير من المركبات المعروفة إلا أن اتحاد عناصر هذه المركبات لا يحصل في العادة مباشرة .

مسئلة على الباب العاشر

- (١) اشرح تجارب لبيان كون قطعة من غم الخشب كربوناً نقياً أو غير ذلك .
- (٢) كيف تحصل من ثاني أكسيد الكربون على نموذج من عنصر الكربون ؟
- (٣) اشرح تجارب تبين بها أن الغاز الناتج من فصل الحوامض في الحلباشر هو ثاني أكسيد الكربون .
- (٤) ما أشهر الخواص الكيميائية لعنصر الكربون ؟ اشرح تجربة يستعمل فيها الكربون حامل احتراق .
- (٥) إذا سكب حامض الكلورودريك المخفف على الرخام خرج غاز لا يرى يطفى شمعة رفيعة موقدة ، ما التجارب التي تستخدم لمعرفة كون هذا الغاز يضاق أولاً يطابق الغاز المتخلف من هواء إماء مقلل احترق فيه الفسفور ؟

- (٦) صف أنواع الكربون المألوفة وبين كيف علمت أن الماس يتركب على الخصوص من الكربون ؟
- (٧) اشرح ما تراه عند تسخين قطعة من الخشب تسخيناً بطيئاً في أنبوبة اختبار ثم اذكر ما الذى يبقى فيها في النهاية (١) اذا حجب عنها الهواء (ب) اذا أدخل فيها تيار منه .
- (٨) إذا قيل لك أن مسحوقاً أسود يتركب من الكربون فالتجارب التى تجريها لبيان ذلك ؟
- (٩) اشرح بالايضاح الأدلة العملية التى تحكم بها أن الرخام جسم مركب وأن الأكسجين عنصر .
- (١٠) كيف تصنع فحم الخشب من الخشب ؟ اذكر خواص هذا الفحم .
- (١١) اشرح أنواع الكربون الطبيعية الثلاثة . وبين كيف تبهرن أن الكربون داخل في تركيب الرخام ؟
- (١٢) اشرح طرق جمع غاز : (١) بازاحة الماء . (ب) بازاحة الهواء الى أعلى . (ج) بازاحة الهواء الى أسفل ثم اذكر أنها يمكن استعماله لجمع الأيدروجين وثاني أكسيد الكربون والأزوت .
- (١٣) اشرح بالدقة تجربة تبين بها أن الماس وقطعة من الرصاص الأسود (الجرافيت) يتركبان من مادة واحدة .
- (١٤) اكتب الخواص الشهيرة لفحم الخشب والجرافيت والماس في جدول مقارنا بعضها ببعض .

تمارين عملية

- (١) استلبط من إحراق الفحم الحيوانى في الأكسجين مقدار الكربون الذى فيه في المائة .
- (٢) هل تسخين أكسيد الحديد مع فحم الخشب يحدث اختزالاً ؟
- (٣) اعمل تجربة تبهرن بها أن فحم المعوجات يكاد يتركب من عنصر الكربون فقط .

الباب الحادى عشر — أكاسيد الكربون

(٣٢) ثانى أكسيد الكربون (غاز الطباشير)

تدريب ٧٣ — ثانى أكسيد الكربون فى الطبيعة .

(أ) حوض ماء الجير للهواء فى حوض بضع ساعات ولاحظ ما يتكوّن على سطحه وكذا حوض قليلا من الجير المطفأ حديثا بضع ساعات أيضا ثم صب على شيء منه قليلا من حامض مخفف وقرر نوع الغاز الحاصل .

(ب) انفخ بفقك فى ماء الجير بضع دقائق ثم أمر بالمنفاخ الهواء الجوى فى ماء الجير بضع دقائق أيضا وقارن بين النتيجتين وبين هل لإمرار هواء التنفس فى الماء يجعله حامضيا بعض الشيء .

تدريب ٧٤ — المياه الغازية — افتح قنبلة بها ماء غازى واجمع بعض الغاز الخارج منها فى مخبر ثم اخفصه مستعملا شمعة رفيعة موقدة وحلول جباد الشمس وماء الجير وبذلك يتّضح طبيعة هذا الغاز .

تدريب ٧٥ — الملائط — خذ قطعا من ملاط قديم أو من الجصّ وصب عليها حامضا مخففا ولاحظ ما يحدث ثم يتّضح نوع المادة المتكوّنة واستنبط مما تعرفه عن تركيب الملائط ما يمكن أن يحصل لمركباته إذا عرّضت للجو .

تجهيز ثانى أكسيد الكربون — لا يُحصّل هذا الغاز فى العادة بأحراق الكربون فى الأكسجين بل بفعل الحوامض فى الرخام .

ويمكن استعمال الجهاز المبين (شكل ٥٢) إذا احتجج الى مقدار منه فيوضع الرخام فوق طبقة من الحصى أو الأكرال حاجية فى الماص ١ ويوضع الحامض فى الماص ٢



(شكل ٥٢) تجهيز كمية كبيرة من ثانى أكسيد الكربون

حتى إذا احتيج للغاز رفع هذا وهكذا حتى يؤخذ من الغاز ما يرد فيرفع الماص الذي فيه الرغام ليترج منه الحامض .

خواص ثاني أكسيد الكربون الطبيعية — هذا الغاز كثيف (وزن المتر منه ١,٩٨ من الجرامات) حتى يجمع بإزاحته الى أسفل (فيزاح الهواء الى أعلى) وهو شفاف عديم اللون لا رائحة له ولكنه ذو مذاق حامض يذوب بسهولة في الماء ولو كان ذلك تحت الضغط الجوي المعتاد ولكن إذا زاد الضغط يذوب منه مقدار وافر جدًا . ويوجد في ماء الصودا وفي غيره من المياه الغازية فيمزج بها تحت ضغط يعادل ثلاثة أمثال الضغط الجوي ويخرج بمجرد فتح السداد ولكن ليس عن آخره إلا باغلاء أسفال .

خواص ثاني أكسيد الكربون الكيميائية — لا يحترق في هذا الغاز اسراراد المألوفة القابلة للاحتراق سوى المغنسيوم ولذا نفع (الغاز) في الآلات المطفئة للنار التي تشحن بمقادير وافرة منه أو من المواد المولدة له .

وليس هذا الغاز ساقما ولكن الحيوانات (والإنسان في جملتها) تموت فيه والسبب الوحيد في ذلك "الاختناق" من عدم وجود الأكسجين .

ولكثافة الغازية يتجمع في الآبار المهجورة وفي دنان الجحمة وقد كان ذلك سببا في كثير من حوادث الموت ونمنا للخطر يفحص المكان قبل التزول اليه بإدلاء شمعة موقدة وإذا احترقت الشمعة مضيئة فلا خطر وهو يحتوي على حامض غير قوى معروف بحامض الكربونيك ولذلك يحول لون عباد الشمس الأزرق الى لون نبيذى ويمتص ماء الجير ويحول الصودا انكايوية ولما كان ثاني أكسيد الكربون هو الوحيد بين الغازات المتألفة من أن يصير ماء الجير لبنى اللون (بمعنى أن يكون راسبا من الطباشير) كان هذا دليلا على وجوده .

أملاح حامض الكربونيك — يتكون عند إذابة ثاني أكسيد الكربون في الماء حامض غير قوى يسمى "حامض الكربونيك" .

ثاني أكسيد الكربون + أكسيد الأيلروجين = حامض الكربونيك

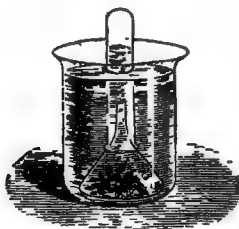
ويحتوى ماء الجير على ادر كسيد الكلسيوم (الجير المطفأ) وهو قلوى وعند خلط ماء الجير بمحلول حامض الكربونيك يتبع الطباشير وهو مادة متعادلة وظاهر أن هذه عملية

تبادل فالطباشير من أملاح حامض الكرونيك وتسمى هذه الأملاح بالكربوناتات ولما كان الطباشير يحتوى على عنصر الكلسيوم سمي "بكربونات الكلسيوم" ومن أملاح هذا الحامض أيضا المغنيسيت ويعرف بكربونات المغنسيوم ويحصل مثل هذا التبادل عند ما يمتص ثانى أكسيد الكربون بالقلوى الصودا الكاوية فيتكوّن كربونات أيضا .

وجود ثانى أكسيد الكربون فى الجو — فى الهواء كمية صغيرة من ثانى أكسيد الكربون بنسبة ٣ فى كل ١٠٠٠٠ جزء تقريبا من حيث الحجم وهذه الحقيقة ظاهرة من وجود هذا الغاز فى زفير الحيوانات فالهواء الذى يخرج من رثى الانسان مثلا ويمتز فى ماء البحر يصير له لئى اللون فى الحال هذا الى أنّ المواد المحتوية على الكربون كالخشب والفحم وغير ذلك كثيرا ما تحترق فى الهواء فتريد فى كمية ثانى أكسيد الكربون فى الجو أضف الى ذلك ما يتكوّن من أنواع العفونة .

ويستدل على وجوده بنشاء أبيض رقيق يظهر على سطح ماء البحر المعرض للجو بضع ساعات . ويكون ذاتيا فى جميع المياه الطبيعية وإلى هذا يرجع معظم السبب فى مذاقها الخاص الذى يضيع باغلاظها إذ تمل هذه الغازات ويصير الماء تمها ويمتص الملاط والسمنت المصنوعين فى الأصل من الحجر هذا الغاز من الهواء فتحدث مادة كالطباشير أو الحجر الجيرى ولا شك أن جمود الملاط يرجع بعض سببه لتكوّن هذه المادة المتينة .

تأثير النباتات فى ثانى أكسيد الكربون — يوضع عشب مائى غرض فى كوب



(شكل ٥٣) تأثير الأعشاب

فى ثانى أكسيد الكربون المذاب فى الماء

فيه ماء متشبع بهذا الغاز (شكل ٥٣) ويفطى بقمع قد نكست عليه أنبوبة اختبار مملوءة بالماء فإذا ترك فى الظلام لا يرى تغير ولكن إذا وضع فى ضوء الشمس الساطع ظهر على الأوراق فقاقيع غازية تتجمع بالتدريج فى الأنبوبة فإذا غص هذا الغاز يرى أنه أكسجين انفصل عن أكسيد الكربون تاركا الكربون فى العشب وتجرى هذه العملية أينما يكون النبات الأخضر وهذا يوضح سبب عدم تراكم ثانى أكسيد الكربون فى الجو مع أنه فى تكوّن دائما .

إذابة الطباشير في المياه الطبيعية — إذا أمر ثاني أكسيد الكربون في ماء الجير فأول نتيجة هي تكون راسب طباشير وإذا استقر مروره أخذ الراسب يذوب (تدريـب ١٦٣) فيظهر أن الطباشير الذي يكاد يكون غير قابل للذوبان في الماء المالح المحتوي على ثاني أكسيد الكربون وفي مياه الينابيع والأنهار شيء من هذا الغاز الآتي من الجوف فهي تذيب الطباشير والجمر الجيري فيأبـ يـتـأبـع الجـهـات الـتى فـيـها هـذه الصـخور تحتوى على مقادير كبيرة من كربونات الكالسيوم المذابة ويوصف هذا الماء بالثقل لتكوينه مع الصابون راسبا متعجبا ولا تظهر له رغوة إلا بعد أن يرسب من الصابون جميع الكالسيوم ولذلك كان هذا الماء غير لذيذ الطعم ولا يصلح للغسل إلا بعد إزالة الطباشير منه .

وعند إغلاء الماء المحتوي على الطباشير المذاب يخرج منه ثاني أكسيد الكربون ويرسب الطباشير أى أن الماء الثقيل يخف بالإغلاء ولكن إذا احتوى على أملاح أخرى ذاتية لا تصحح في تخفيفه هذه الطريقة .

ولقد تخترق مياه الأنهار والبحار طبقات من الطباشير وحجر الجير وكثيرا ما تجرى المياه في كهوف تحت الأرض في الجهات التي تكون فيها القشرة الأرضية من هذه الصخور ومن الكهوف المشهورة التي تكونت على هذا النحو الكهف المين بالصورة (شكل ٥٤) . وكلما بخرت المياه المذاب فيها الطباشير ركد هذا على هيئة قشرة وفي الكهوف الموجودة في جمر الجير يقطر الماء من السقف مكونا أعمدة من كربونات كالسيوم تنمو على الأرض نموا متواصلا مادام القطر وتسمى "استلكتيات" (شكل ٥٤) ومن القطرات ما يتغير معلقا بالسقف فيكون طبقات من كربونات الكالسيوم في عدة مواضع وهي تنمو محدثة (استلكتيات) وهي علاقات جميلة متنوعة الأشكال ولو قطر هذا الماء على مواد معرّضة له لتكون حولها قشرة من كربونات الكالسيوم وتسمى هذه المواد "متحجرة" .

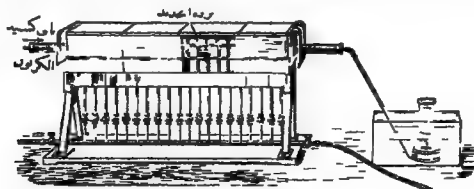


(شكل ٥٤) استلكتيات واستلجيتات في كهف كلايم بيوركشير

(٣٣) أكسيد كربون آخر

تدريب ٧٦ — تأثير عوامل الاختزال فى ثانى أكسيد الكربون .
 (أ) خذ أنبوبة من الزجاج المتين أو من الحديد طولها نحو ٦٠ سم واحشها بمرادة الحديد واجعل الجهاز بحيث يمر فيها تيار بلىء من ثانى أكسيد الكربون ويجمع فوق الماء ما يخرج من الغاز فى أنابيب اختبار ويجب تسخين البرادة تسخيناً بالغا ما يمكن من الشدة فستعمل لذلك فرن (شكل ٥٥) إن أمكن .
 (ب) استعمل ماء الجير فى فحص ما يخرج من الغاز ولإزالة ما يمكن أن يكون قد بقى من ثانى أكسيد الكربون نكس الأنابيب بعد ملئها فى وعاء يحتوى على محلول الصودا الكاوية بعد سد فوهات بالابهام . هل الصودا تمتص الغاز عن آخره ؟

(ج) قرب شمعة رفيعة موقدة من فوهة إحدى الأنابيب التى نكست فى محلول الصودا ولاحظ ما يحدث للغاز الباقى بعد أن امتص ثانى أكسيد الكربون .
 (د) نكس أنبوبة من أنابيب الغاز اخلل من ثانى أكسيد الكربون فى ماء الجير فإذا لم يتحول لونه لبدا فأشعل غاز الأنبوبة وبعد الاحتراق رج ما فيها مع ماء الجير وبنوعى بذلك نوع الغاز الناشئ من احتراق الغاز القابل للاشتعال .
 الغاز الحاصل باختزال ثانى أكسيد الكربون — يختزل ثانى أكسيد الكربون كغيره من الأكاسيد فينتج عند إحراق المغنسيوم فيه كربون وأكسيد المغنسيوم ولكن إذا وضع بدل المغنسيوم غيره من الفلزات اختلفت النتيجة فلو أمصر ثانى أكسيد الكربون على برادة الحديد المسخنة فى أنبوبة (شكل ٥٥) فمحلول الصودا الكاوية لا يمتص إلا جزءاً من الغاز الخارج فإذا أشعل الغاز الباقى احترق بلهب أزرق



(شكل ٥٥) أمراء ثانى أكسيد الكربون على مرادة الحديد المسخنة

مع أنه لا يختلف عن الأصل في مظهره فلا يمكن أن يكون ثاني أكسيد الكربون ولكن إذا خُصص من ثاني أكسيد الكربون تماما ثم أحرق كان الناتج ثاني أكسيد الكربون ويمكن أيضا تجهيز هذا الغاز بأمر ثاني أكسيد الكربون على الكربون المسخن الى درجة الاحمرار ومن حيث أنه لا يوجد في هذه الحالة غير عنصرى الأكسجين والكربون فالنتيجة الواحدة الممكنة هي أن هذا الغاز أكسيد كربون آخر حدث بتزج جزء من أكسجين ثاني أكسيد الكربون ويعرف هذا الغاز بأول أكسيد الكربون ويجهز عادة بتسخين حامض الأكساليك (جسم صلب) مع حامض الكبريتيك المركز فيمتص هذا الماء امتصاصا شديدا ويتزع عنصريه الأيدروجين والأكسجين من حامض الأكساليك .

(٣٤) أول أكسيد الكربون

ملحوظة : يجب إجراء تجارب أول أكسيد الكربون في خزانة البطار لأن هذا الغاز سام .

تدريب ٧٧ — تجهيز أول أكسيد الكربون .

(١) ضع ٢٥ جراما من حامض الأكساليك في دورق واغمرها بحامض الكبريتيك المركز ثم أعد ما يلزم لجمع الغاز كما هو مبين بعد تجربة (ح) .

(ب) سخن المخلوط المكون من حامض الكبريتيك والأكساليك فإذا أخذ يُزبد فأبعد اللهب واملاء أربع أنابيب اختبار بطريق الازاحة السفلية ثم رج مافي إحدى الأنابيب بماء الجير ونكس الأخرى في محلول الصودا الكاوية وبين نوع الغاز المختلط بأول أكسيد الكربون وكذلك مقدار ما في المخلوط منه .

(ح) اجمع ما بقي من الغاز بأزاحة ماء قنينة كبيرة ذات أنبوبتين من الزجاج (شكل ٥٦) فبعد أن يتم ملؤها ضع طرف الأنبوبة الطويلة في غبار ماء واقفل الأخرى بمحس ثم ضع في القنينة قطعة من الصودا الكاوية وأعد السداد الى موضعه بلا إبطاء ورجها ليتاس الغاز ومحلول الصودا الكاوية ولا تزال كذلك حتى ينقطع جنب الماء الى القنينة . وضع سبب هذه العناية في العمل .

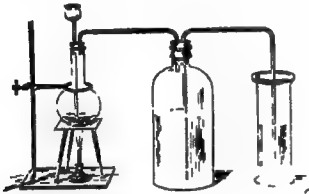
تدريب ٧٨ — خواص أول أكسيد الكربون .

(١) خذ دورقا معلوم الوزن معنًا كما في (شكل ٢٢) واملاءه بأول أكسيد الكربون النقي ولتحقيق أن جميع الهواء قد نرج من الدورق الفص الغاز الخارج منه كما فعلت في الأيدروجين تدريب ٥٤ (ب) ثم عيّن كثافته .

(ب) هل لهذا الغاز تأثير فى عباد الشمس ؟

(ح) هل يساعد أول أكسيد الكربون على احتراق مواد مختلفة كشعلة رفيعة وشرط من المغنسيوم وقطعة من الفسفور ؟

خواص أول أكسيد الكربون — يركب الغاز الناشئ من تسخين حامض



(شكل ٥٦) ملء قبة بأول أكسيد الكربون

الأكساليك مع حامض الكبريتيك (شكل ٥٦) من حجمين متساويين من أول أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكربون ولذلك يجب إزالة الثانى برج المخالوط مع محلول الصودا الكاوية حتى يتمصه عن آخره تدريب ٧٧ (ح) وأول أكسيد الكربون غاز عديم اللون شفاف لا

رائحة له ويخففه أقل بكثير من كثافة ثانى أكسيد الكربون ولا يذوب فى الماء إلا قليلا جدًا ويحترق بلهب أزرق متعلدا بالأكسجين ليكون ثانى أكسيد لكربون .

ويدل عليه اللهب الأزرق الذى نراه على نار الفحم المتوهج ، وفى قعر الموقد حيث يكثر الأكسجين يحترق الكربون مكونًا ثانى أكسيد الكربون الذى يختزل الى أول أكسيد الكربون بمروره على الكربون المتوهج فى وسط النار وبذا يحترق عند وصوله الى السطح بلهبه المميز له متعلدا بالأكسجين ومكونًا ثانى أكسيد الكربون .

وهذا الغاز سام جدًا يتكون دائمًا عند إحراق فحم الخشب فى الموقد أو الكانون المفتوح وكثيرا ما كان تنفس دخان أمثال هذه الكوائن سببا فى الموت .

وإذا أمر أول أكسيد الكربون فى أنبوبة فيها أكسيد الرصاص المسخن تحول الى ثانى أكسيد الكربون ويختزل الأكسيد الى رصاص .

أول أكسيد الكربون + أكسيد الرصاص = رصاصا + ثانى أكسيد الكربون .

وإذا استعملت أكاسيد فلزات أخرى مكان أكسيد الرصاص حصل ما يماثل ذلك فأول أكسيد الكربون من أنفع عوامل الاختزال .

الغاز المائى - إذا أمر البخار على لحم الكوك المسخن تسخيناً شديداً اختزل الى أيدروجين وتحول الكوك الى أول أكسيد الكربون .

كربون + أكسيد الأيدروجين = أول أكسيد الكربون + أيدروجين

ويعرف مخلوط أول أكسيد الكربون والأيدروجين الحاصل على هذا النمط بالغاز المائى ويصنع منه مقادير وافرة ويستعمل للتسخين فى الولايات المتحدة وكذا فى إنجلترا ولكن ليس الى هذا الحد ويستعمل أيضاً للاستصباح اذا مزج بأبخرة أشد منه إضاءة عند الاحتراق .

أسئلة على الباب الحادى عشر

- (١) تحتوى أوإن على الأزوت وعلى ثانى أكسيد الكربون ما الصغارب التى بها يميز أحدهما عن الآخر ؟
- (٢) اشرح تجربة فيها أول أكسيد الكربون عامل اختزال ووضع التغيرات الحادثة .
- (٣) اكتب كلمة موجزة فى علاقة ثانى أكسيد الكربون بحياة الحيوان والنبات .
- (٤) كيف تحصل على أول أكسيد الكربون هيا على قدر المستطاع ؟ وإذا احترق هذا الغاز النقى فما النتائج الحاصل ؟
- (٥) قارن بين خواص أكسيدى الكربون وميز فعل كل عن الآخر عند ملاستهما
(أ) الماء (ب) لمحلول الصودا الكاوية .
- (٦) ما نسبة ثانى أكسيد الكربون الذى فى الجو ؟ اشرح الأسباب الفعالة فى منع زيادة هذه النسبة واذكر من أى المصادر يصعد ثانى أكسيد الكربون الى الجو .
- (٧) إذا استنشق الهواء ماذا ياتاه فيه ماء الجير ونفخ منه بعدئذ فى اناء آخر فيه كذلك ماء الجير فما التغير الذى تراه فى محتويات الاناءين ؟ وكيف تعله ؟
- (٨) كيف تبرهن أن ثانى أكسيد الكربون يحتوى على الأكسجين بنسبة أعظم منها فى أول أكسيد الكربون ؟
- (٩) إذا أمر ثانى أكسيد الكربون إمرارا متواصلا فى ماء الجير فاشرح التغيرات الناتجة واحدا بعد الآخر ووضحها ثم اذكر ما يحدث اذا عرّض السائل المحتوى على كثير من هذا الغاز للهواء .
- (١٠) إذا كان الماء المقطر لا يذيب كثيرا من الرخام مع أن الطباشير يوجد ذائبا فى مياه الأنهار والينابيع فكيف تملل ذلك ؟

تمارين عملية

- (١) عتق في المائة مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي في الهواء الذائب في ماء الحفنية .
- (٢) سخن مخلوطا مكونا من مقدارين متساويين من أكسيد الخارصين الجلف وغم الخشب في أنبوبة زجاج متينة واجمع الغاز الحاصل ثم اجر تجارب تعين بها طبيعة مخلوط الغازات المحصلة بهذه الطريقة وتركيبه .
- (٣) هل يمكن اختزال اللئارج بتسخينه في تيار من غاز الاستصباح ؟

الباب الثاني عشر — مركبات الكربون مع الأيدروجين

(٣٥) غاز المستنقعات والبراقينات

- تدريب ٧٩ — تجهيز غاز المستنقعات — سخن ٢٥ جراما من خلاات الصوديوم في فرن تجفيف وهو الملح النائي من تعادل حامض الخليك بالصودا الكاوية وبعد أن يتحول الجسم الصلب الى مسحوق أبيض غير متبلور اخلطه بمائة جرام من جير الصودا الجلف (مخلوط الصودا الكاوية والجير الحى) ثم املا أنبوبة متينة من الزجاج الى ثلاثة أرباعها من المخلوط وثبت فيها أنبوبة وصل كما في (شكل ٥٧) وسخن المخلوط واجمع الغاز المتكون فوق الماء واحذر أن تجمع قطرات الماء أثناء التسخين وتسيل على جوانب الأنبوبة الساخنة فتكسرها واملأ من هذا الغاز أنابيب ثم قينة بجهزة كما في تدريب ٧٧ (ح) .

تدريب ٨٠ — فحص غاز المستنقعات .

- (١) هل لغاز المستنقعات تأثير في عباد الشمس أو ماء الجير ؟ وهل محلول البوتاسا الكاوية يمتص هذا الغاز ؟



(شكل ٥٧) تجهيز غاز المستنقعات

(ب) قُرب لها من فوهة أنبوبة مملوءة بغاز المستنقعات، هل هو قابل للاشتعال؟ وهل الغاز الباقى بعد الاحتراق يؤثر في ماء الجير؟ اذكر من ذلك حقيقة الحاصل من احتراق غاز المستنقعات.

(ح) صل بالقيينة التي ملأتها بالغاز فوارة للمستعملة بتدريب (٥٤) ثم أوقلها بالنهاية والاحتياط كما عملت في تدريب ٥٤ (ب) وضع اللهب تحت موجة مبردة ثم اجمع وحقق طبيعة النتائج السائل الحاصل من الاحتراق.

تدريب ٨١ - خواص البرافين.

(١) اخص زيت البرافين وشرحه وبين كيف يختلف عن الماء في قوة إذابته (١) للزيت و (٢) للزيت؟

(ب) أشعل قطرات من البرافين في وعاء بعد إبعاد مستودع السائل.

(ح) اخص شمع البرافين وقارنه بزيت البرافين ثم عصب مقداراً يسيراً من هذا الشمع في أنبوبة ولاحظ ما يحدث وكذا أوقد قطعة صغيرة منه ولاحظ كيف تحترق بسهولة؟

غاز المستنقعات أو الميثان - في قعر البركة الراكدة التي فيها أوراق أشجار ومواد أخرى نباتية غنية تتجمع فقائع غازية وترتفع إلى السطح خصوصاً إذا تحرك الماء وهذه الفقائع تحتوي على غاز عديم اللون قابل للاشتعال يعرف من قديم الزمان بـ "غاز المستنقعات" وهو مطابق تماماً للمطابقة للغاز الذي يتجمع في مناجم الفحم ويعرفه عمال المناجم باسم "البخار الناري" (Fire damp) وإذا خرج بالهواء كَوْن مخلوطاً مفرقاً شديداً ويسمى هذا الغاز بـ "الميثان".

وقد كان هذا الغاز سبباً في كثير من حوادث الانفجار المميتة في مناجم الفحم وهو يخرج من أراضي الجهات التي فيها يتابع البترول كما في باكستان وولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة.

تجهيز غاز المستنقعات أو الميثان - يمكن تجهيز هذا الغاز من خلاص الصوديوم (الملح البلوري الناتج من تعادل حامض الخليك مع الصودا الكاوية) فيسخن هذا الملح تسخيناً يسيراً لتخليصه من ماء التبلور ثم يمزج بالصودا الجيرية (مخلوط الصودا الكاوية والجير) ويسخن في أنبوبة زجاج متينة (شكل ٥٧) فيخرج غاز المستنقعات وهو يكاد يكون غير قابل للذوبان في الماء ولذلك يمكن جمعه فوقه.

خواص غاز المستنقعات — كثافته تساوى ٠,٧٢، وهو لا يؤثر في عباد الشمس ولا في ماء الجير ولا تتمصه الصودا الكاوية ويحترق بسهولة في الهواء وإذا أشعل بعد مزجه بالهواء بنسبة معينة فانه يفرق وإذا احترق في أنبوبة ورج الغاز المتخلف بماء الجير نجد أن ثاني أكسيد الكربون هو أحد نتاجي الاحتراق والنتاج الآخر هو بخار لا غير يتكاثف على أى سطح بارد ويمكن جمع الغاز في قنينة مجهزة كما في (شكل ٥٦) وإخراجه منها متى أريد وإحراقه من فؤارة حيث يرى أن لونه مضيء قليلا وإذا وضع فوق هذا اللهب معوجة مبردة بتيار الماء (تدريب ٨٠ ح شكل ٤١) أمكن تكثيف النتاج السائل وجمعه ويستدل من خصائصه الطبيعية الثابتة أنه ماء .

ف عند الاحتراق يتحد غاز المستنقعات بالأكسجين ويكون ثاني أكسيد الكربون والماء دلالة على أن عنصرى الكربون والأيدروجين داخلان في تركيبه وهذه الحقائق لا يستدل منها على عدم وجود الأكسجين بل هناك طرق أخرى لاثبات ذلك .

ولما كان هذا الغاز يتركب من الكربون والأيدروجين عرف بالأدروكربون ويرى عند فرقة غاز المستنقعات أنه يتحد بضعف حجمه من الأكسجين أى يستعمل أكسجين كمية من الهواء حجمها عشرة أمثال حجمه مكونا الغاز المسمى "بالبخار الخلاق" (After Damp) الذى يحدث بعد الانفجار في مناجم الفحم وهو يتكون من الهواء المخلو بأكسجينه المتخرج بناتى أكسيد الكربون الحادث من الفرقة وهذا الهواء أشد خطرا على العمال من الانفجار نفسه لعدم وجود الأكسجين الضرورى للتنفس .

البرافينات — لكثير من أنواع الأدروكربونات الطبيعية خواص كيميائية تشابه خواص غاز المستنقعات مشابهة عظيمة ولكن يختلف بعضها عن بعض في الخواص الطبيعية فتوجد في الأنفحة والسوائل التى تخرج من ينابيع البترول في كثير من الجهات فبعضها غازات وبعضها سوائل وبعضها أجسام صلبة ويحتوى البترول أو زيت البرافين على جملة أدروكربونات وتختلف درجات حرارة غليانها ولذا ينقسم زيت البرافين الطبيعى الى أجزاء متنوعة بالتقطير الجزئى فبترول الحريق يحتوى على برافينات درجة حرارة غليانها بين ١٥٠ و ٣٠٠ مئوية وتعمل عنه البرافينات التى درجة حرارة غليانها أخفض لأنها ربما تحدث انفجارا .

أما الفاسلين فيتركب من مخلوط برافينات مائلة بعض الشيء ويستعمل شمع البرافين الذى يتركب من برافينات صلبة تنصهر بين 46° و 95° مئوية فى صناعة الشمع وتشابه جميع البرافينات غاز المستنقعات فى كونها تتركب من عنصرى الأيدروجين والكربون فقط وفى كونها لا تتأثر بفعل المؤثرات القوية كالحوامض المركزة والقلويات وكلها تتكون ثانى أكسيد الكربون والماء اذا احترقت .

(٣٦) الأثلين والأستلين

الأثلين — إذا سخن مخلوط من الكحول وستة أمثال حجمه من حامض الكبريتيك حدث غاز عديم اللون يمكن جمعه فوق الماء ويحترق بسهولة فى الهواء بلهب منير متجا ثانى أكسيد الكربون وماء ويحتوى على أيدروجين وكربون فقط فهو إذن أدروكربون ويختلف عن الميثان وغيره من البرافينات فى سهولة اتحاده بالمواد الأخرى ويمتصه حامض الكبريتيك المركز امتصاصا بطيئا وإذا كان مع البلاتين المهزئ تجزئنا دقيقا اتحاد بالأيدروجين محدثا برافينا يشابه الميثان من وجوه عديدة ويميز الأثلين عن الميثان بعظم كثافته (1.26 بدلا من 0.72 فى الميثان) وبلهبه المنير .

الأستلين — اذا احترق غاز الاستنباح فى تيار غير كاف من الهواء أو الأكسجين حدث غاز ذو رائحة كريهة وإذا أشعل مصباح بترن فاحترق الغاز من الداخل كان الأستلين أحد أنقجة الاحتراق وهو غاز عديم اللون سام جدا يحترق بلهب غاية فى الانارة ولذا يستعمل فى الاستنباح ولكونه عرضة للفرقة لا يذخر منه مقادير كبيرة وإنما يجهز عند الحاجة اليه ويحصل عليه عادة بفعل الماء فى كربونور الكلسيوم (الجسم المركب الحادث من تسخين مخلوط الجير والكربون فى فرن كهربائى) .

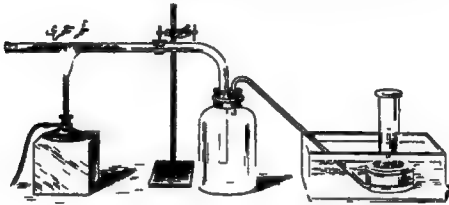
والأستلين أدروكربون يشابه الأثلين فى قابلية اتحاده مباشرة بغيره من المواد ولكنه يختلف عنه فى تكوين مركب أحمر يدخل فيه النحاس مكان الأيدروجين وسيبحث فى تركيب ثلاثة الأدروكربونات وهى الميثان والأثلين والأستلين .

(٣٧) غاز الاستنباح

تدريب ٨٢ — تأثير الحرارة فى الفحم .

(١) الخصل قطعة من الفحم امحرقها فى هاون . هل يقبل الفحم الذوبان فى الماء ؟ وهل هو أعظم كثافة منه أو أقل ؟

- (ب) ضع قطعة غم صغيرة على ملعقة حديدية ومخفها في لهب مصباح بزن ثم أبعدها عنه ، هل تحترق بسهولة ؟ أدخلها في مخبر غاز ولاحظ الغاز الناتج وبين طبيعته ، هل هناك علامات تدل على تكون نتاج غيره ؟
- (ج) سخن مسحوق الفحم في أنبوبة زجاج متينة واصلها الى قنينة صغيرة بها أنبوبة وصل (شكل ٥٨) وإملاء خمس أنابيب من الغاز الحاصل يجمعه فوق الماء ولاحظ طبيعة المواد المختلفة المتجمعة في القنينة .



(شكل ٥٨) تجهيز للاستصباح

تدريب ٨٣ — خواص غاز الاستصباح .

- (١) لاحظ رائحته وتأثيره في عباد الشمس ثم أدخل شمعة رفيعة موقدة في أنبوبة مملوءة به . هل يساعد على الاحتراق ؟ ما مظهر الغاز المشتعل ؟
- (ب) اترك إحدى الأنابيب المملوءة بالغاز مفتوحة الفوهة الى فوق برهة ثم أدخل فيها شمعة رفيعة موقدة وأعد هذه التجربة بعد تنكيس فوهة أنبوبة أخرى مملوءة بالغاز مدة كالسابقة ومن ذلك بين هل عار الاستصباح أخف من الهواء ؟
- (ج) رج أنبوبة مملوءة بالغاز مع ماء الجير وسد فوهة أخرى بالابهام ثم نكسها في محلول الصودا الكاوية . هل في هذا الغاز ثاني أكسيد الكربون ؟ ماذا كان كذلك فيأي نسبة ؟ وبعد رفع الأنبوبة من محلول الصودا أشعل ما فيها من الغاز ثم رج ماء الجير مع النتاج وبين من ذلك نوع الغاز المتكون أثناء الاحتراق .
- (د) هل غاز الاستصباح في المعمل يؤثر في ورق عباد الشمس المندى ؟ وهل يحتوي على ثاني أكسيد الكربون ؟

(هـ) ركب فؤارة من الزجاج على أنبوبة الفاز وأوقدها ثم أدخلها في مخبار . هل يتكوّن ثاني أكسيد الكربون من هذا الاحتراق ؟

(و) اجمع السائل الناتج من احتراق غاز الاستصباح ويكفى أن تضع معوجة على لُب مصباح بزن تبرد كما هو مبين بتدريب ٥٤ و (شكل ٤١) ثم حقق طبيعة السائل .

لتجهيز غاز الاستصباح — إذا سخن الفحم في أنبوبة زجاج متينة في معزل عن الهواء تكون غاز قابل للاشتعال يمكن جمعه فوق الماء وليس هذا هو الناتج الوحيد لأننا إذا وصلنا أنبوبة وصل بقابلة مبردة حصل سائل أسمر مثل القطران ويبقى في أناء التسخين جسم صلب متين أشبه هو الكوك وهذا الغاز يصير الماء قلويا مع أنه يكاد يكون غير قابل للذوبان فيه وذلك لاحتوائه على غاز النوشادر القابل للذوبان في الماء فيذا يتكوّن محلول قلوئى .

أضف الى ذلك أن في هذا الغاز كمية من ثاني أكسيد الكربون يستدل عليها برجه مع ماء الجير ويصنع غاز الاستصباح بتسخين الفحم الى درجة الاحمرار في معوجة مغلقة من الفخار فتخرج منها الأتربة المتطايرة ويبقى الكوك وقبل توزيع هذا الغاز للاستعمال ينقى من قطران الفحم وثاني أكسيد الكربون وغير ذلك من المواد الغازية الغريبة بطرق مينة بعد وظاهر أن وجود هذا الغاز والمواد القطرانية المتطايرة في الفحم هو سبب صعود الدخان منه عند احتراقه ولذلك ترى الكوك الباقي يحترق كما يحترق الكربون بعد جهد كبير بدون لُب .

تركيب غاز الاستصباح — إذا أنقى غاز الاستصباح فانه لا يزال يحتوى على مخلوط من الغازات وإذا احترق في مخبار ورج ماء الجير مع الغاز الناتج تتكوّن راسب أبيض يدل على أن الاحتراق أنتج ثاني أكسيد الكربون وهناك نتاج سائل يمكن الحصول عليه بوضع لُب غاز الاستصباح تحت معوجة مبردة تمام التبريد (مرتبة كما في شكل ٤١) وهذا السائل القديم اللون يغلى في ١٠٠° مئوية ويجمد في درجة الصفر المئوى دلالة على أنه ماء قيرى من هذه التجارب أن غاز الاستصباح يحتوى على كلا الأيدروجين والكربون فهو في الحقيقة مخلوط من الأيدروجين وغاز المستنقعات (الميثان) وأوّل أكسيد الكربون والأستلين والأثيلين ويحتوى فوق ذلك غالبا على أزوت وعلى

مقادير قليلة جداً من غازات أخرى ولما كان كل من الأيدروجين وغاز المستنقعات وأول أكسيد الكربون لا يمتزج بلهب شديد الاضاءة فثمة ضوء غاز الاستصباح انما هي بسبب وجود الأمثلين والأملين فيه .

أسئلة على الباب الثاني عشر

- (١) إذا أشعل غاز عديم اللون فاحترق بلهب متبرقش بعض الأتارة وكون نتاج الاحتراق راسباً أبيض عند رجه مع ماء الجير فما المشاهدات التي تأتياها أو التجارب التي تجريها لاثهار حقيقة هذا الغاز ؟
- (٢) اشرح التجارب التي تقوم بها لاثهار عناصر البترول العادى .
- (٣) ما الغازات التي يتركب منها غاز الاستصباح غالباً وهل هو مخلوط أو مركب منها ؟ عزز قولك بأدلة .
- (٤) اشرح الطريقة التي تستعملها في تجهيز الميثان وبين كيف تفحصه لتعلم هل يحتوى على ثاني أكسيد الكربون أو أزوت ؟
- (٥) إذا أعطيت أواني ولا تدري أى مخلوطة بغاز الاستصباح أم بالأزوت فيين كيف تعرف نوع الغاز بها واطرح كل ما يمكنك عمله من التجارب في ذلك ؟
- (٦) ما الاختلال ؟ وضع جوابك بالرجوع الى التجارب التي عملتها في الأيدروجين والكربون وأقول أكسيد الكربون .
- (٧) ما التجارب التي تبين بها أن الفحم يحتوى على كربون وأيدروجين ؟

تمارين عملية

- (١) اختبر الأتجة المكونة من احتراق شمع البرافين في الهواء وبين طبيعتها .
- (٢) أمر غاز الاستصباح على الرصاص الأبيض (١) المسخن ثم الحصى وحقق طبيعة الأتجة الحادثة .

ملحوظة : غاز الاستصباح في المعدل ربما كان فيه بخار الماء وثاني أكسيد الكربون فيجب تجهيزه وتخليصه من ثاني أكسيد الكربون قبل امراده على الرصاص الأبيض .

- (١) الرصاص الأبيض هو كربونات الرصاص القاعدي المستعمل في النقش .

الباب الثالث عشر - تغير الوزن الحادث من التفاعل الكيميائي

(٣٨) تغير الوزن في التفاعل البسيط

تدريب ٨٤ - تأثير صودا الغسيل في ماء الجير .

- (أ) ضع شيئا من ماء الجير في أنبوبة اختبار وصب عليه قليلا من محلول صودا الغسيل ولاحظ ما يحدث ثم اذكر الدليل على تكون مادة جديدة عالقها للجير وصودا الغسيل .
- (ب) لتعيين تغير الوزن الحادث من تفاعل الجير وصودا الغسيل أنتق أنبوبة اختبار ليست غليظة حتى يتسنى إدخالها في دورق صغير ثم صب في هذا قليلا من ماء الجير وضع في أنبوبة الاختبار شيئا من بلورات صودا الغسيل وطقها بخيط من القطن في الدورق بحيث لا تمس الصودا السائل ثم سد الدورق بسداد من الصمغ المرن وعين وزنه الكلي ثم رج الجميع حتى يدخل السائل الأنبوبة وعند ما يظهر أن التفاعل قد تم زن الدورق وما فيه وبين تغير الوزن إن كان ثم تغير .

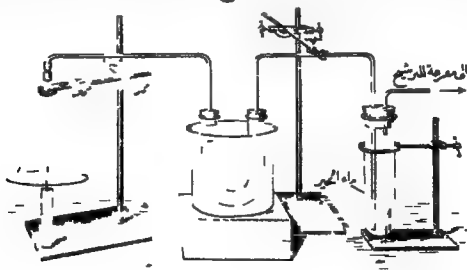
التغيرات الكيميائية - نرجع الآن الى بعض الفسكات التي قد منها فيما مضى من هذا الكتاب فقد قلنا ان التغير الكيميائي يحدث كلما تحولت مادة الى مادة أو عدة مواد اخرى مخالفة للمادة الأصلية كل المخالفة في الخواص وتبقى دائما مخالفة لما فلو سخن أكسيد الزئبق مثلا تحول الى السائل الفلزي وهو الزئبق وصعد الغاز القديم اللون وهو الأكسجين أى الى مادتين مختلفتين عن المادة الأصلية في الخواص تمام الاختلاف هذا بخلاف التغير الطبيعي الذي لا ينتج مادة جديدة ولا يغير على العموم إلا خاصية واحدة أو أكثر من الخواص الكثيرة للمادة الأصلية وربما تعلق التغير الكيميائي بمادة واحدة كما في تحول الرخام بالحرارة الى جير وثاني أكسيد الكربون وأكثر من هذا أن يتعلق بمادتين أو أكثر فيؤثر بعضها في بعض فتكون مواد جديدة وقال حينئذ أنها تتفاعل كيميائيا فأكسيد الكالسيوم والماء مثلا يتفاعلان فيكونان ادرسيد الكالسيوم والثارج وأول أكسيد الكربون يتفاعلان فيكونان ثاني أكسيد الكربون والرصاص وكثيرا ما تستعمل كلمة "تفاعل" للدلالة على أى تغير كيميائي .

ولقد علمنا مما سبق أن التغيرات الكيميائية ينتج عنها دائما تغير في الوزن فنبعث الآن في هذا التغير الوزني مع اعتبار أن التغيرات الطبيعية لا ينتج عنها تغير في وزن المادة .

هل تستحدث المواد أو تنعدم ؟ — فرض على حسب التجارب العادية أن كل مادة يزيد وزنها قد انضم إليها شيء من الخارج وأن كل مادة ينقص وزنها قد أزيل عنها مواد بكيفية ما وإما نتوقع أن نتحقق أولاً من إيجاد المصدر الذي يحصل منه جسم ما المواد المضافة إليه وثانياً من إيجاد مقر المادة المفقودة ومعنى ذلك أننا نقول أولاً أن التغير في الوزن إما كسب في المادة وإما خسارة فيها وثانياً أن المادة المكتسبة غير مستحدثة والمادة المفقودة غير معدومة وهناك مع ذلك حالات قد يُتسك فيها من حيث كون المادة لا تنعدم أو لا تستحدث فالشمعة مثلاً عند احتراقها تختفي قبلتها وشمعها معا ولو وضعت مشتعلة في كفة ميزان معزولة للهواء فإن جميع وزنها ينعدم تقريباً فهل معنى ذلك أن مادة الشمعة قد تلاشت ؟

وهناك مثلاً آخر هو زيادة وزن فلز كالرصاص أو الخارصين عند إحماؤه في الهواء (صفحة ٦٢) وهنا نتساءل كيف تفسر هذه الزيادة ؟ هل أضيف إلى الفلز مادة أخرى ؟ وإذا كان كذلك فهل تتكون هذه المادة من العدم وإذا كان هذا محالاً فن أين أنت إذن ؟ إن ما عرفناه مما مضى في هذا الكتاب يرشدنا إلى إجابة هذه الأسئلة . فالفلز يزداد وزناً لانحاده بأكسجين الهواء (صفحة ٦٣) والشمعة تقل وزناً لصعود أنبوبة الاحتراق إلى الجو على شكل غازات عديدة اللون .

ويستدل على تكون إحدى هذه المواد إذا وُضع سطح زجاجي بارد على اللهب حيث تتراكم قطرات من سائل عديم اللون يمكن البرهنة على أنه ماء وكذا لو وضع قمع فوق اللهب وجذبت الغازات المتكونة أثناء الاحتراق مازة في أنبوبة مبردة ذات شعبتين ثم في أنبوبة فيها ماء الجير (شكل ٥٩) لتجمع في الأنبوبة الأولى ماء وصار ماء الجير



(شكل ٥٩) اختبار خواص المواد المتكونة أثناء احتراق شمعة

في الثانية لبنى اللون دلالة على تكوّن ثاني أكسيد الكربون أثناء احتراق الشمعة ولما كان وزن الماء وثاني أكسيد الكربون الناتجين أكبر من وزن ما احترق من الشمعة لا أقل منه يستدل قطعاً على أنه لم ينعدم شيء من المادة وظاهر أن مصدر الزيادة في الوزن هو أكسجين الجو .

قانون بقاء المادة — ينتج من هذه التجارب أن المادة لا تنعدم عند الاحتراق على كل حال ولكن قبل أن نهزم أن المادة لا تنعدم ولا تستحدث في أي تفاعل كيميائي يجب أن يكون لدينا برهان أدق من ذلك بكثير وأول من عمل تجارب لاثبات هذه الحقيقة هو "لقوازييه" فمنها تجربة تسخين القصدير في دورق مسدود وقد شرحناها (بصفحة ٦٣) اذ يتحد القصدير بالتسخين بأكسجين الهواء في الدورق بلا تغير في الوزن ما دام الدورق مسدوداً .

ويمكن أن يحذى نحو هذه التجربة بوزن دورق جيد التجفيف يحكم السدّ قد وضعت فيه قطعة من الفسفور ثم تسخين الدورق حتى يحترق الفسفور ثم تبريده ووزنه ثانية فلا يظهر تغير في الوزن دلالة على أنه عند احتراق الفسفور لم ينعدم منه شيء وبعد مضي أعوام كثيرة على تجارب "لقوازييه" أجرى الكيميائي البلجيكي الشهير "ستاس" (Stas) عمليات أنهى بها هذا الموضوع إلى غايته ولو أنه كان يرى لغرض آخر فوزن مادتين هما ١٦ ب مثلاً ثم جعلهما يتحدان وجرهن على أن المركب ١٦ ب يساوى بالضبط مجموع وزني ١٦ ب منفردين وأنه إذا حصل تغير كان يسيراً جداً بحيث لا يزيد على جزء واحد في كل ٥٠٠٠٠ جزء

ويستحيل إثبات أن الوزن لا يتغير مطلقاً ما دامت السلامة من الخطأ في عمل التجربة غير ممكنة ولكنا نشعر بأننا محقون إذا قررنا ما يأتي :

في التغيرات الكيميائية لا تنعدم المادة ولا تستحدث وإذا احتفظ بجميع الأنظمة فإن وزنها يساوى وزن الأجسام المتفاعلة .

وتستعمل كلمة المادة غالباً للدلالة على ما يتكوّن منه الجسم من غير أن ينظر إلى نوعه وتعرف العبارة العامة المتقدمة بقانون بقاء المادة أو الكتلة وكلمة قانون هنا معناها عبارة عامة حقيقية دائماً على ما وصل إليه علمنا وهنا ينبغي أن يفهم أن القوانين الطبيعية

(أمام سنة ١٢٩)



جيان سرفای ستاس (١٨٩١ — ١٨١٣)

Jean Servais Stas

انما هي نتيجة المشاهدة ولذا كان من الضروري عند كشف حقيقة جديدة تخالف القانون أن يغير هذا القانون حتى يوافق تلك الحقيقة .

(٣٩) قانون النسب الثابتة

تدريب ٨٥ — الوزن الاتحادي للأوكسجين والمغنسيوم .

(أ) زن بودقة مجففة ثم زنها ثانية بعد أن تضع فيها نحو ٤ر. من الجرام من المغنسيوم المنظف بورق السفرة وأوقد المغنسيوم بلهب مصباح بزن ثم غط بودقة بعض التغطية بحيث يستمر الفلز محترقا من غير أن يصعد منه بخار وعند ما ينتهي الاحتراق سخن بودقة تسخيننا شديدا واستمر أخيرا في التسخين والبودقة مفتوحة وعند ما تبرد أوجد وزنها بما فيها من الأكسيد وبذا احسب وزن الفلز الذي يتحد بجرام من الأكسجين .

(ب) أعد هذه التجربة أخذا وزنا من المغنسيوم مخالفا للسابق واحسب ثانيا وزن الفلز الذي يتحد بجرام من الأكسجين وبين هل النتيجةان سواء .

تدريب ٨٦ — الوزن الاتحادي للنحاس — خذ شيئا من أكسيد النحاس الأسود واسحقه جيدا ثم سخنه في الفرن العازل حتى يبلغ الوزن حدّه في الزيادة ويتحقق ذلك أن لا نحاس غير متحد بالأوكسجين ثم خذ الجهاز المبين (بشكل ٤٢) صفحة (٨٤) وجفف الأنبوبة الزجاجية المتينة وكذا سدادي الحرير الصخري بتسخين الثلاثة الى درجة الاحمرار تقريبا مع أمرار تيار من الهواء في الأنبوبة أثناء ذلك وبعد ايجاد وزن الثلاثة معا ضع في الأنبوبة جرامات قليلة من أكسيد النحاس الذي جهزته وزن الجميع ثم احتزل الأكسيد بتسخينه أثناء مرور تيار من الأيدروجين الجاف متخذ الاحتياط المذكور بتدريب (٥٢) قبل تسخين الأنبوبة واستمر في التسخين وأمرار الأيدروجين حتى تتحقق أن جميع الماء المتكوّن قد نخرج من الأنبوبة وأخيرا دع الأنبوبة تبرد ثم زنها ثانية ومن نقص الوزن احسب وزن الأكسجين الذي كان في الأكسيد وبذا أوجد وزن النحاس الذي يتحد بجرام من الأكسجين .

تدريب ٨٧ — الوزن الاتحادي للحديد — خذ نحو جرام من سلك الحديد النقي الرفيع جدا وزنه في بودقة ثم سخنه في الفرن العازل حتى لا يزيد وزنه واحسب وزن الحديد الذي يتحد مع جرام من الأكسجين كما سبق .

تدريب ٨٨ — الاتحادية القصدير — ضح في بودقة وزنا معلوما من القصدير المحبب وأكسده بمحاض الأزوتيك المركز بأن تسكب عليه قطرات قليلة منه مرة بعد أخرى وغط البودقة بتغطية محكمة أثناء التجربة فإذا انقطع التفاعل فأدفع ادفاء خفيفا مبعدا اللهب بمجرد استئناف التفاعل وعند ما يذوب جميع القصدير أخرج ما زاد من المحاض بتسخينه ضعيفا ثم يزداد اللهب بالتدريج حتى تصل البودقة الى أشد ما يمكن من الحوم ثم توضع في مجففة لتبرد. أوجد الوزن وأضف أيضا قطرات قليلة من المحاض المركز وأخرجها كما سبق بالتسخين الضعيف. هل الوزن قد تغير؟ وإذا اقتضى الأمر فكر لإضافة المحاض والتجفيف مرة بعد أخرى حتى لا يتغير وزن البودقة فليكن حسب وزن الأكسيد المتكون واستخرج منه وزن القصدير الذي يتحد به جرام من الأكسجين .

تدريب ٨٩ — الوزن الاتحادى للزئبق — زن في أنبوبة اختبار زجاجية ممتلئة نحو أربعة جرامات من أكسيد الزئبق الأحمر ومغنتها حتى لا يبقى في الأنبوبة إلا الزئبق وبعد أن تبرد زنها ثانية بالعناية التامة حتى لا يضيع من الزئبق شئ وبالطرح عين وزن الأكسجين وبذلك احسب وزن الزئبق الذي يتحد به جرام من الأكسجين .

الأجسام المركبة ثابتة التركيب — رأينا في التفاعلات الكيميائية التي فحصناها أن تغير الوزن الذي حدث من التفاعل كان ثابتا دائما إذا حسب بالنسبة لكمية ثابتة من المادة الأصلية فمثلا إذا سخن الرخام حتى لا ينقص شئ من وزنه يرى أن قصه ٤٤ جراما في كل ١٠٠ جرام من الرخام المستعمل أى أنه يتكون من كل ١٠٠ جرام من الرخام ٤٤ جراما من ثاني أكسيد الكربون و ٥٦ جراما من أكسيد الكلسيوم ويمكن أن نسمي كربونات الكلسيوم (راسب الطباشير) بدل الرخام الطبيعي فيكون تغير الوزن واحدا فهما اختلفت طريقة تجهيز كربونات الكلسيوم فانه يتركب من عناصره بنسبة ثابتة دائما وينتج مثل ذلك في الجير الحى فان كل ١٠٠ جرام منه يتحد بـ ٣٢ جراما من الماء لتكون ١٣٢ جراما من الجير المطفأ وكذلك الكربون يتحد عند احتراقه بالأكسجين بنسبة ٣ الى ٨ من حيث الوزن دائما أى أن كل ١١ جراما من ثاني أكسيد الكربون تحتوى على ٣ جرامات من الكربون .

وقد رأينا في دراسة التعادل أيضا أن وزن القلوى اللازم لاحتداث التعادل في وزن معلوم من الحامض ثابت دائما أى أن الملح الحاصل من تفاعل حامض وقاعدة يجب أن يحتوى على مركبات مخصوصة بنسب ثابتة معينة .

الوزن الاتحادي للأكسجين وللايدروجين — بينا فيما سبق (صفحة ٨٤) أن الأيدروجين اذا أمر على أكسيد النحاس يحتله ويكون ماء وهنا نقول إن مقدارا معيناً من الأكسجين يحدث مقدارا محدداً من الماء وكل حسب تجارب "دوماس" (صفحة ٨٥) يرى أن ٨,٩٨ من الجرامات من الماء تحتوى على ٧,٩٨ من الجرامات من الأكسجين فلو فرضنا أن الباقي أيدروجين لكان الجرام الواحد من الأيدروجين يقد بـ ٧,٩٨ من الجرامات من الماء .

ولقد عيّن "مورلى" (Morley) الكيميائي الأمريكي منذ عهد قريب الوزن الاتحادي للأكسجين وللايدروجين بطريقة عجبية مضبوطة على سهولتها بلهز سحجان كبيران من الأيدروجين والأكسجين وأتقيا بعناية تامة ثم اتحدا باستعمال الجهاز المبين (بشكل ٦٠) وهو يتركب من أنبوبة زجاجية متوسطة يدخلها الغاز بطريق الأنبوبتين الجانبيتين (أ) وقبل البدء في العمل أفرغ هواء الجهاز ثم وزن وأدخل الأكسجين وبعد ذلك أدخل تيار من الأيدروجين وأشعل بمرور شرر كهربائي بواسطة سلكي البلاتين (ب) وبعد أن يبدأ الاحتراق يستمر من نفسه ويدخل من الغازين ما يحل محل ما يستعمل منهما وقد غمر الاناء في الماء فتجمع الماء المتكون في جزء الأنبوبة السفلى ولما انقطع تيار الغازين بقي جزء صغير جداً بلا احتراق فغلب الى الخارج بالأنبوبتين (ج) ولعن بقايا ماء البخار من أن تخرج أيضا شغنت الأنبوبتان (د) بأكسيد الفسفور وهو أقوى العوامل في امتصاص الماء وقد عيّن تركيب الغاز غير المحترق بالدقة وقد كان وزنه قليلاً جداً على كل حال أما وزن الغازين المستعملين فقد علم بإيجاد نقص وزن الأواني المحتوية عليهما وطرح الوزن الصغير للغاز الذي لم يستعمل من ذلك النقص وكذا علم وزن الماء المتكون من زيادة وزن الاناء الذي اتحد فيه الغازان وهالك أرقام تجربرة من هذه التجارب :



(شكل ٦٠)
جهاز "مورلى"
المستعمل في تعيين
وزن الأكسجين
والأيدروجين
المتحدين

وزن الأيدروجين المستعمل = ٣,٢٥٥٩ من الجرامات
 وزن الأكسجين المستعمل = ٢٥,٨٥٣١ من الجرامات
 حاصل جمع وزني الأكسجين والأيدروجين المستعملين = ٢٩,١٠٩٠ من الجرامات
 الوزن الحاصل للماء المتكون = ٢٩,١٠٥٢ من الجرامات
 الفرق بين وزن الماء المتكون وبين مجموع وزني
 الأيدروجين والأكسجين المستعملين = ٠,٠٠٣٨

فيظهر من هذه الأعداد أنه لم يفقد أثناء التجربة شيء من الأيدروجين والأكسجين
 تقريبا لأن وزن الماء المتكون يساوي بالتقريب مجموع وزني الغازين المستعملين
 وينتج من هذه التجربة أن ٧,٩٤٠ من الجرامات من الأكسجين تتحد بجرام واحد
 من الأيدروجين لتكوين ٨,٩٤٠ من الجرامات من الماء فنتيجة تجارب "دوماس"
 و"مولى" المختلفة متحدثان تقريبا وقد عين غيرهما من الباحثين بطرق متباينة وزني
 الأكسجين والأيدروجين المتحدين وكانت النتائج متطابقة تقريبا .

قانون النسب الثابتة — يرى الطالب كثيرا من أمثال هذه النتائج كلما زادت
 معلوماته في الكيمياء وعليها يتوقف قانون آخر في الاتحاد الكيميائي ذو أهمية عظيمة
 وهو قانون النسب الثابتة أو المحدودة فهما اختلفت طريقة تجهيز مركب نقي فإن أوزان
 المواد (سواء كانت عناصر أو مركبات في ذاتها) المكونة له تتناسب تناسبا ثابتا ويمكن
 التعبير عن هذا القانون بطريقة أخرى وهي تكون العناصر الداخلة في تركيب أى
 مركب كيميائي بنسب ثابتة من حيث الوزن .

ولا ينتظر من تجارب المبتدئ إثبات صحة هذا القانون إثباتا تاما وأدق التجارب التي
 بحث فيها عن التركيب الثابت للمركبات الكيميائية ويمكن أن ينصح في عملها المبتدئ هي
 التي ننتقل بها يأتي :

- (١) وزني ثاني أكسيد الكربون والجرم المتحدين لتكوين الطباشير ؛
- (٢) وزني النحاس والأكسجين المتحدين لتكوين أكسيد النحاس ؛
- (٣) وزني الزئبق والأكسجين اللذين في أكسيد الزئبق الأحمر ؛
- (٤) أوزان الحوامض والقلويات التي تتفاعل فتكون الأملاح .

وقد كان هناك شك في بادئ الأمر في قانون النسب الثابتة الذي كشفه "لقوزايد" ولكن "دالتن" (Dalton) (١٨٠٤) أدرك أهميته فأخذ قضية مسالة بالرغم من أن تجاربه لم تكن صحيحة تمام الصحة حتى يكون البرهان قاطعا ولم ينف الشك في صحة هذا القانون إلا التجارب العجيبة التي قام بها "ستاس" الكيميائي البلجيكي .

الأوزان الاتحادية — من المهم جدًا إيجاد الأوزان النسبية في كثير من الحالات لبعض العناصر المتعددة بعضها ببعض ولقد سبق أن بينا الطريقة التي يتم بها ذلك في الأكسجين والهيدروجين وبعض عناصر أخرى (صفحة ١٢٩) .

وهناك فلزات يمكن إحماؤها في الهواء حتى يبلغ وزنها غايته من الزيادة ومن وزن الأكسيد المتكون تعين الوزن الاتحادي للفلز ويمكن بهذا تعيين الوزن الاتحادي للغنسيوم والحديد تعيينا دقيقا تقريبا وكذا يمكن تعيين الوزن الاتحادي للزئبق بتسخين أكسيد الزئبق تسخينًا شديدًا يفصل عنه الأكسجين ويمكن في حالات أخرى أن تحتزل أكاسيد الفلزات بالهيدروجين ومن وزن الفلز الباقي ونقص وزن الأكسيد المستعمل تعين الوزن الاتحادي للفلز فأكسيد النحاس مثلاً يمكن اختزاله بواسطة الهيدروجين بالطريقة المبينة بصفحة (١٢٩) ويستغنى عن جهاز جمع الماء لأن النيجين المطلوبتين هما وزن أكسيد النحاس المستعمل والوزن المفقود منه أثناء الاختزال لا غيرهما ويمكن أيضا استخراج الوزن الاتحادي للقصدير بأن تؤكسد وزناً معلوماً من القصدير بحامض الأزوتيك المركز فيحصل ادركسيد ابتداءً فيسخن تسخينًا شديدًا جدًا فيبقى أكسيد القصدير أما الكربون فيمكن إحراق وزن معين منه في الأكسجين وامتصاص البوتاسا الكاوية لتأني أكسيد الكربون الحادث الذي يستخرج وزنه من الزيادة في وزن البوتاسا المستعملة . ويعلم بالطرح وزن الأكسجين .

أسئلة على الباب الثالث عشر

- (١) اشرح بالتفصيل طريقة دقيقة سبق استعمالها في تعيين الوزن الاتحادي للهيدروجين .
- (٢) اذكر قانون الاتحاد بنسب ثابتة وبين معناه . كيف تعمل على اثبات صحة هذا القانون في حالة أكسيد النحاس ؟

(٣) إذا كان وزن مخلوط من الرمل والطباشير يساوي ٥.٤ من الجرامات ثم عومل بحامض الكلورديك ويحترق بمتابعة تامة حتى نخرج ما فيه من الحامض الزائد

فنقص الوزن ٠,٣٩٦ من الجرام فاحسب مقدار ما في المخلوط الأصلي من
الطبشير في المائة .

(٤) ما معنى قانون بقاء الكتلة ؟ اشرح تجربة يمكن أن تقوم بها بنفسك لتحقيق
صححة هذا القانون .

(٥) اشرح تجارب تحقق بها صححة قانون التركيب الثابت في أى جسم مركب
شئت .

(٦) سخنت أنبوبة بها حديد نقي قد أمر عليه تيار من الأكسجين فزاد الوزن ١,٤٨
من الجرامات ثم أمر تيار من الأيدروجين وسخنت الأنبوبة احسب وزن الماء
الذى يمكن أن يتكون واشرح ما تعمله لجمعه .

(٧) أحرق "روسكو" (Roscoe) ما سافى الأكسجين النقي ليعين الوزن الاتحادي
للكربون فحصل من ٦,٤٤٠٦ من الجرامات من الكربون ٢٣,٦١١٤ من
الجرامات من ثاني أكسيد الكربون احسب مقدار الكربون المتحد بمائة جرام
من الأكسجين .

(٨) اشرح بالدقة تجربتين لبيان ما يقال من أن المادة لا تتعلم .

(٩) اشرح طريقة لمعرفة نسبة وزنى الأكسجين والأيدروجين المكونين للماء .

(١٠) اشرح تجربتين لبيان أنه عند التفاعل الكيميائي لا تحصل زيادة أو نقص
في الوزن .

تمارين عملية

(١) أوجد الوزن الاتحادي للرصاص بتسخين مقدار معلوم الوزن من اللتارج في تيار
من غاز الاستصباح .

(٢) اخلط محلولي أزوتات الفضة وكلورور الصوديوم . هل يتغير الوزن عند حدوث
التفاعل في وماء مسدود ؟

الباب الرابع عشر - تركيب القلويات

(٤٠) العلاقة بين صودا الغسيل والصودا الكاوية

تدريب ٩٠ - تأثير الحوامض في صودا الغسيل - عين نوع الغاز الناتج من صب حامض الكلورودريك المخفف على صودا الغسيل وانظر هل حامض الكبريتيك والأزوتيك يحدثان هذا التأثير نفسه ؟

تدريب ٩١ - تفاعل صودا الغسيل والجير .

(أ) أذب نحو ٥ جرامات من صودا الغسيل في أقل كمية من الماء ثم أضف الى ذلك قطرات من ماء الجير ولاحظ ما يحدث ولأجل أن يركد الراسب سريعاً سخن محلول الصودا الى درجة الغليان وأضف ماء الجير قطرة قطرة وعند ما يتقطع الرسوب بإضافة ماء الجير اعزل الجسم الصلب عن المحلول بالرشح وأغسله بصب الماء في القمع ثم جففه وهو على ورقة الرشح في فرن واحتفظ بالسائل الذي تكون فيه هذا الراسب .

(ب) اخفص الراسب المجفف وانظر هل له تأثير في عباد الشمس المندي واسكب على قليل منه في أنبوبة اختبار شيئاً من حامض مخفف وعين نوع الغاز الناشئ .

(ح) زن قليلاً من الراسب المجفف في بودقة وتحقق جفافه بتسخينه ووزنه ثانية ثم سخنه في فرن وعين نقص الوزن الحادث واحسبه في المائة بالنسبة للمادة الأصلية وعين نوع المادة المتركة منها الراسب .

(د) أضف الى السائل المرشح وهو السائل الباقي بعد رشح الراسب في تدريب ٩١ (أ) قطرة من ماء الجير وإذا ظهر راسب فأضف ماء الجير ببطء قطرة قطرة حتى ينقطع تكتون الراسب وإذا اقتضت الحال يرشح السائل .

(هـ) اخفص السائل المرشح الرائق واغل قطرات منه على زجاجة ساعة حتى تجف واخفص قطرات منه بعباد الشمس وأضف حامض الكلورودريك المخفف الى مقدار صغير منه ثم أجب عن هذين السؤالين : هل يحتوي السائل المرشح على قلوى ؟ وهلا يزال يحتوي على صودا الغسيل ذائبة فيه ؟

(و) يخضر ما بقي من السائل الرائق المرشح في صحن من الحديد (يمكن استخدام الصحن المستعمل في حمام رمل جديد) حتى يجف . انقص الحجم الصلب بأن تضع جزءا صغيرا منه على قطعة من الورق وتبلها ثم تتركها مدة وجيزة . عرض جزءا آخر للهواء ولاحظ ما يحدث .

صودا الغسيل — يبقى بعد احتراق الأعشاب البحرية رماد يحتوي على مخلوط جملة أملاح أحدها صودا الغسيل التي مسبق شرحها (صفحة ٥٠) فهي قلوى خفيف إذا مسه حامض الكلور يدرك حدث غاز أعظم كثافة من الهواء يطلق شمة رقيقة موقدة ويحول لون ماء الجير ليلىا ويذوب إذا أصر في الماء مكونا حامضا فهذه الخواص تدل على أنه ثاني أكسيد الكربون ويحدث هذا الغاز أيضا بفعل الحوامض الأخرى المضافة في صودا الغسيل وبمقارنة هذه النتائج بتأثير الحوامض في الرخام يرى أنه من المحتمل كون ثاني أكسيد الكربون في صودا الغسيل كما في الرخام .

الراسب الناتج من صودا الغسيل وماء الجير — يتكون من مزج محلول صودا الغسيل بماء الجير راسب أبيض معين خواصه بعد فصله بالرشح وغسله وتجفيفه نهاية تامة فمن حيث انه قد رسب فهو قليل الذوبان في الماء جدا وهو متعادل مع عباد الشمس تذيبه الحوامض ويحدث ثاني أكسيد الكربون فالظاهر أنه ليس صودا الغسيل لأنه أقل منها ذوبانا في الماء وليس قلويا وليس جيرا أيضا لأن ثاني أكسيد الكربون لا يتكون عند إذابة الجير في الحوامض هذا الى أن الجير قلوى . وانما خواصه هي خواص الطباشير الراسب كما يستدل من تركيبه اذا سخن في فرن فانه يفقد ٤٤ ٪ من وزنه أى أن الطباشير يتكون من صودا الغسيل والجير وأول من أثبت هذا بلاك في سنة ١٧٥٤ ومن حيث ان الطباشير يحتوي على ثاني أكسيد الكربون مع الجير فوجود ثاني أكسيد الكربون يجب أن يكون من صودا الغسيل ونعلم من ذلك أن صودا الغسيل تحتوي على ثاني أكسيد الكربون وهذا هو سبب تكون هذا الغاز عند إذابة الصودا في الحوامض .

فحص السائل المرشح — يرى أن السائل المرشح الذي عزل عنه الطباشير لا يزال قلويا فمحتمل أنه لا يزال محتويا على صودا الغسيل فإذا كان كذلك فأضافة ماء الجير اليه يجب أن تحدث راسبا آخر فإذا لم يتكون الراسب (دلالة على عدم وجود صودا الغسيل)

فربما كان قد أضيف من ماء الجير أكثر مما لزم فتضاف قطرة واحدة من محلول صودا الفسيل فإذا لم يحدث راسب فهذا أيضا مستحيل بهذه الطريقة يمكن أن يستدل على أن المحلول لا يحتوي على الجير ولا على صودا الفسيل مع أنه قلوى جدًا فإذا بخرى جسم صلب أبيض لا شك في أنه مادة أخرى حصلت من تفاعل صودا الفسيل والجير .

وتجهيز مقدار عظيم منها يخلط محلول صودا الفسيل المشبع بالجير المطلقا ويحرك المخلوط تحريكاً جيداً في وعاء ثم يسخن ويترك حتى يركد الجسم الصلب ثم يؤخذ من السائل الراقي الذى فوق هذا الجسم قطرات فيضاف إليها حامض مخفف فإذا لم يصعد ثاث أكسيد الكربون دل ذلك على عدم وجود صودا الفسيل وإذا كان السائل لا يزال يشتمل على صودا الفسيل أضيف إليه جير مرة ثانية وترك المخلوط وحده فستد ما ثبتت أن السائل لا يحتوي على صودا الفسيل يعزل عن الجسم الصلب (شكل ٢٣) ويغمر في وعاء من الحديد حتى يجف .

والجسم الصلب الأبيض المتكون بهذه الكيفية قابل للذوبان في الماء وهو غاية في التيج لا تؤثر فيه الحرارة إلا من حيث صهره وله خواص كاوية ويصير الورق عجينا ولذا لا يمكن رشح محلول مركز منه بورق الرشح وخواصه القلوية أظهر من الخواص القلوية لصودا الفسيل وإذا تعادل مع حامض الكلورديك فإن الجسم الصلب الناتج يطابق ملح الطعام (صفحة ٥١) فهذه خواص القلوى الكاوى المسمى بالصودا الكاوية والآن نقول :

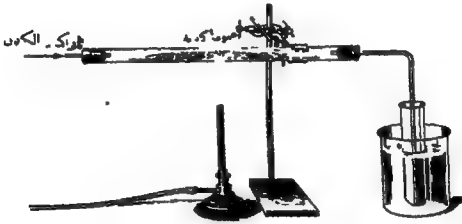
صودا الفسيل + أدر كسيد الكسيوم = طباشير + الصودا الكاوية .

ولكن لا ندرى ألاء دخل في هذا التفاعل لأنه موجود بكثرة من الأول الى الآخر .

(٤١) تركيب الصودا الكاوية والبوتاسا الكاوية

تكوين صودا الفسيل — إذا أردت تجهيز الصودا الكاوية من صودا الفسيل فاجعل الطباشير يرسب فن حيث ان ثاثى أكسيد الكربون الذى يتحد بالجير ليكون الطباشير يجب أن يصدر من صودا الفسيل فهذا يشير الى إمكان تجهيز صودا الفسيل من ثاثى أكسيد الكربون والصودا الكاوية ولمعرفة كون الماء له دخل أولا دخل له في التفاعل يحسن استعمال المواد جافة .

فيُمرّ تيار بطيء من ثاني أكسيد الكربون الجاف في أنبوبة زجاجية مشحونة بالصودا الكاوية (شكل ٦١) وتوضع أنبوبة وصل بحيث تنتهي في أنبوبة اختبار جافة مبردة أثناء العملية حتى يتكاثف فيها السائل المتكون ويلاحظ أن مظهر الجسم الصلب يتغير عند إمرار الغاز دلالة على حدوث تغير كيميائي وحين تسخن الأنبوبة تظهر قطرات سائلة في أنبوبة الاختبار المبردة يمكن البرهنة على أنها ماء وأما الجسم الصلب في الأنبوبة فينتج ثاني أكسيد الكربون عند وضعه في حامض مخفف ويتحول بعضه إلى صودا الغسيل .



(شكل ٦١) إمرار ثاني أكسيد الكربون على الصودا الكاوية

فيظهر من هذه التجربة أن :



طبيعة صودا الغسيل — ينتج من تفاعل ثاني أكسيد الكربون والجير سواء كان جافاً أو مذاباً الملح المسمى بـ كربونات الكالسيوم (الطباشير) فإذا أمرت ثاني أكسيد الكربون على الجير المطفأ المسخن أمكن أن يدل على التفاعل الحادث هكذا :



وبمقارنة هذا التفاعل بنظيره في ثاني أكسيد الكربون والصودا الكاوية يظهر تشابه بين فئ كلا التفاعلين ينتج من اتصال ثاني أكسيد الكربون بالقلوي الكاوي ماء ومادة صلبة ولقد بينا أن الطباشير الصلب المتكون في إحدى الحالتين هو من أملاح حامض الكربونيك أي أنه كربونات . وظاهر أن صودا الغسيل كربونات أيضاً

كالطباشير أى أنها من أملاح حامض الكرونيك ولكنها تختلف عن أكثر الأملاح في كون عجلوها يؤثر في عباد الشمس تأثيراً يئنا .

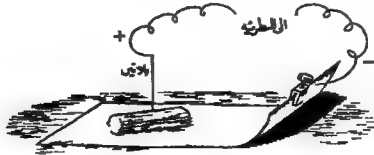
تركيب الصودا الكاوية — إذا فاصل ثاني أكسيد الكربون والصودا الكاوية تتج ماء ولما كانت الصودا الكاوية لا تحتوى على ماء تبلور وليس في ثاني أكسيد الكربون الجلف ماء تعين احتواء الصودا الكاوية على عنصرى الماء الأيدروجين والأكسجين .

وهذا يشير إلى أن الصودا الكاوية أدركسيد كالثقلوين الكالوين الجير المطلقا والمغنيسيا وأنها ربما كانت أدركسيد فلز يشابه الكلسيوم والمغنسيوم .

ولقد برهن "دافى" (Davy) على أن هذا هو الحق بعينه فأمر تياراً كهربائياً على الصودا الكاوية المنتاة لفصل عند القطب السالب (وهو ما اتصل بقطب البطرية السالب) على خرزة من فلز أبيض فضى وظهر أيضاً أيدروجين عند هذا القطب وأكسجين عند القطب الموجب وبذا تم تحليل الصودا الكاوية وقد سمي "دافى" هذا الفلز الجديد بالصوديوم لوجوده في الصودا فالصودا الكاوية هى أدركسيد صوديوم .

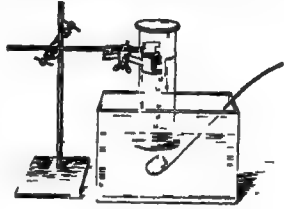
وسمين فيما بعد فعل التيار الكهربائى (باب ٣٨) وانما نقول هنا أن "دافى" وضع أدركسيد الصوديوم على قطعة من البلاتين بعد وصلها بقطب البطرية الموجب ولما تيمت الصودا بعض التبع وصلها بسلك من البلاتين متته إلى القطب السالب (شكل ٦٢) فأنصهرت سريعاً وظهرت بعد فقاع غازية وآثار فلز أبيض فضى حول البلاتين .

وهنا يجب أن نلاحظ أنه يتعسر تجهيز أكسيد الصوديوم مع أن الحصول على أكسيدى الكلسيوم والمغنسيوم — الجير والمغنيسيا — سهل وأن الذى نجده في العادة هو أدركسيد الصوديوم فقط .



(شكل ٦٢) تجربة تيم طريقة دافى في تحليل صودا الكاوية

تكوين الصودا الكاوية — يمكن تكوين الصودا الكاوية بوضع قطعة دقيقة من فلز الصوديوم في الماء فيحدث تفاعل قوى حاد وتنتج فقاعات غازية وربما كان التفاعل شديدا حتى يبعثر الصوديوم في الحجرة فيحسن حصره في شبكة معدنية في شكل قفص (شكل ٦٣) وتوضع فوقها أنبوبة اختبار مملوءة بالماء ليجمع الغاز الحاصل فيظهر بالاخبار أنه أيديروجين ويصير لون عباد الشمس أزرق عند إضافته الى الماء دلالة على تكون قلوى فيه وإذا بخر الماء حدثت الصودا الكاوية فيكون :



(شكل ٦٣) تفاعل الصوديوم والماء.

صوديوم + أكسيد الأيديروجين = أدركسيد الصوديوم + أيديروجين

ويلاحظ هنا أن نتاجي التفاعل هما الأيديروجين والصودا الكاوية التي تحتوي على أيديروجين وهذا يحتاج الى إيضاح نأتي عليه بعد ويحفظ الصوديوم دائما في أحد الزيوت المعدنية كالبارفين لاتحاده بالماء الذي في الجو بسهولة .

البوتاسا الخفيفة والبوتاسا الكاوية — إذا فحص القلوى الخفيفة المسمى بالبوتاسا فحصا مسبقا يظهر أن خواصه تشابه خواص صودا الفسيل وأن الفرق الوحيد الذي يدل على اختلافهما إنما هو اختلاف الخواص الطبيعية فبورات البوتاسا ليس فيها ماء تبلور وهي أقبل للذوبان في الماء من صودا الفسيل قطعا ولو أضيف إليها حامض لتنتج ثاني أكسيد الكربون ولو أضيف الى محلولها ماء الجير لتنتج راسب طباشير أى أن البوتاسا الخفيفة تحتوي على ثاني أكسيد الكربون وإذا بخر السائل الباقى بعد إزالة الطباشير بالشرح يرى أنه يحتوي على فلوى كاوهو البوتاسا الكاوية الذى يشابه الصودا الكاوية وإن كان أبل منها للذوبان في الماء وإذا أصر ثاني أكسيد الكربون على البوتاسا الكاوية المسخنة (شكل ٦٤) لحدثت البوتاسا الخفيفة وحدث كذلك ماء وهذا التشابه بين في الخواص يشير الى أن البوتاسا الكاوية كالصودا الكاوية في تركيبها أيضا وهو الواقع فباستعمال طرق مشابهة لما شرحناه في الصودا يمكن الدلالة على أن البوتاسا الكاوية أدركسيد فلز وقد سماه دافى بالبوتاسيوم وهو أول من فرزه وخواصه

"شابه خواص الصوديوم مشابه عظيمة غير أن تفاعله والماء أشد فيحدث من الحرارة شيء كثير حتى تُشعل الأندروجين الناتج .

وظاهر أن البوتاسا الخفيفة المتكونة من تفاعل ثاني أكسيد الكربون وأدركسيد البوتاسيوم هي كربونات البوتاسيوم .

أدركسيد البوتاسيوم + ثاني أكسيد الكربون = كربونات البوتاسيوم + ماء
وكربونات البوتاسيوم مثل كربونات الصوديوم في أن كليهما ملح يحدث بذوبانه في الماء محلول ذو فصل قلوى ويختلف كربونات الصوديوم وكربونات البوتاسيوم عن الكربوناتين الطباشير والمغنيسيت في كونهما يحتفظان بما فيهما من ثاني أكسيد الكربون ولو سخفنا سخفينا شديدا .

أسئلة على الباب الرابع عشر

- (١) كيف تبين أن المادة الحادثة من تفاعل صودا الفسيل وحامض الكلورديريك هي ملح الطعام ؟
- (٢) كيف تبين بالدقة تغير الوزن عند إذابة كربونات الصوديوم في حامض ؟
- (٣) اشرح الطريقة التي تستعملها في تجهيز الصودا الكاوية من صودا الفسيل وقارن نتائج إذابة هاتين المادتين في الحوامض .
- (٤) قارن بين خواص الطباشير وصودا الفسيل وكذا بين تركيبهما .
- (٥) كيف تبين تركيب الصودا الكاوية (أ) بطريقة التحليل (ب) بطريقة التكوين ؟
- (٦) ما الأحوال التي يتفاعل فيها ثاني أكسيد الكربون والصودا الكاوية ؟ كيف تقوم بالتجارب التي تستدل بها على طبيعة النتيجة ؟
- (٧) وضع بالأسباب الأسباب التي بها تجزم أن الصودا الكاوية مركب ثلاثة عناصر .
- (٨) ما المواد التي لها قوة امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء ؟ اشرح في كل حالة خواص أهم نتائج يتكون من هذا الامتصاص .
- (٩) ما تركيب (أ) الجير الحي (ب) الجير المطفأ ؟ وما التفريعات الكيميائية الحادثة من أضلاع الجير المطفأ مع محلول مخفف من كربونات الصوديوم في الماء ؟

(١٠) اشرح ما يحدث لخشب (١) عند احراقه في موقد مفتوح (ب) عند تسخينه تسخيناً شديداً في معوجة معجوبة عن الهواء ثم اذكر أهم الأتربة في كلتا الحالتين وبين كيف تمزق أى واحدة منها . وقد كان رماد الخشب يستعمل قديماً في جعل الماء قراحاً . فما تأثيره ؟

تمارين عملية

- (١) أمر تياراً من ثاني أكسيد الكربون الجاف على البوتاس الكاوية المسخنة تسخيناً يسيراً في أنبوبة زجاج متينة ثم اجمع السائل الحاصل في قنبلة مبردة وحقق طبيعته بتعيين خصائصه الطبيعية الناتجة ثم افحص الجسم الصلب الذي بالأنبوبة . ما تأثيره في عباد الشمس ؟ وما نتيجة مزج محلوله بحامض مخفف وكذا بماء الجير ؟ هل هو قلوي خفيف أو كاو ؟
- (٢) أمر ثانياً أكسيد الكربون في محلول الصودا الكاوية حتى ينقطع امتصاصها له ثم جفف الجسم الصلب الحاصل من المحلول بورقة التنشيف ومخفنه في أنبوبة جافة وعين التاج وبين أيضاً نتيجة خلط الجسم الصلب بحامض مخفف ثم قرر إلى أى حد يشابه صودا الفسيل .
- (٣) عين تغير الوزن الحادث من إذابة كربونات البوتاسيوم في الحوامض .

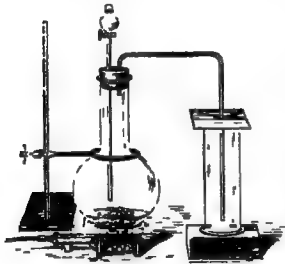
الباب الخامس عشر — حامض الكلورديريك

(٤٢) حامض الكلورديريك

تنبيه : حذار أن تلمس الحوامض المستعملة فيما يأتي من التجارب الجله أو الثياب وإلا احترقت احترقا طويلاً .

تدريب ٩٢ — تأثير حامض الكبريتيك في ملح الطعام — ضع قليلاً من ملح الطعام في أنبوبة اختبار واغمره بحامض الكبريتيك المركز ولاحظ ما يحدث ثم سخن المخلوط تسخيناً هيناً وشم الغاز الصاعد . ما فعله في ورق عباد الشمس المندي ؟ هل يحترق أو يساعد على الاحتراق ؟

تدريب ٩٣ — تجهيز غاز حامض الكلورديك — رتب الجهاز الميّن (بشكل ٦٤) وضعه إن أمكن في خزانة البخار أو تحت مدخنة ويجب أن يسدّ الدورق بسداد محكم من الفلين ينغذ منه قمع تنقيط أو قمع أمن ثم ضع في الدورق قطعاً من الملح الصخري أو ملح الطعام المنصهر وأعمل ما يلزم لتسخين الدورق وجمع الغاز الأزاحة السفلية في مخاير جافة تمام الحفاف ويجب أن تغطي فوهة المخبار بقطعة من الورق السميك . صب على الملح من القمع قليلاً من السنتيمترات المكعبة من حامض الكبريتيك المركز فمداً ما ينقطع



(شكل ٦٤) تجهيز غاز حامض الكلورديك

تكوّن الغاز فأضف من الحامض ما يفرغ الملح ويغمر الدورق بلهب ضعيف وأدخل في المخاير شمعة رفيعة موقدة لتعلم هل ملئت بالغاز أو لا وظلماً ملئ مخبار يسدّ بلوح من الزجاج الخشن ويوضع على جانب وهكذا تملأ سبعة مخاير ثم دورق قد جفف بعناية (شكل ٦٥) ويسدّ على أثر ملئه بسداد محكم من الفلين .

وإذا لم ينقطع تولد الغاز فحوّل أنبوبة الوصل إلى قليل من الماء في أنبوبة اختبار .

تدريب ٩٤ — خواص غاز حامض الكلورديك .

(أ) صف مظهر هذا الغاز ثم ارفع غطاء أحد المخاير لحظة وانفخ في فوهته ثم ضع فيه قطعة مبلولة من ورق الرشح ولاحظ ما يحدث من تندية الغاز بهذه الكيفية . ثم بعض البخار الصاعد من المخبار بحذر واحتراس .

(ب) ضم في إناء آتير قطعة من ورق عباد الشمس بعد تجفيفها وبعد قليل قطعة أخرى متدلة وقارن بين النتيجة .

(ج) نكس مخباراً مملوفاً بهذا الغاز في إناء ملئ ماء متباً الغطاء على الفوهة فمداً ما يصير تحت سطح الماء أزحه سريعاً ولاحظ ما يحدث موضعاً له وقارن هذه النتيجة بما يطرأ من إمرار هذا الغاز في الماء لإمراراً بطيئاً .

(د) أدخل في أوان أخرى مملوءة بالغاز مواد محترقة كالكربون والكبريت وقطع من القطن المندوف مبالة بالكحول التجارى والتربتين . هل يبقى أحدهما محترقا في هذا الغاز ؟

(هـ) ضع في أحد المخابير المملوءة بالغاز قطعا من الخارصين وفي آخر قطعا من النحاس . هل يظهر تغير ؟

(و) زن الدورق الذى ملأته ثم عين حجمه ومن ذلك استنتج كثافة الغاز بالطريقة المبينة بصفحة (٣٤) .

غاز حامض الكلورودريك — إذا مزج ملح الطعام بحامض الكبريتيك المركز نشأت فقاع غازية .

ويمكن استعمال الجهاز المبين (شكل ٦٤) في جمع مقدار عظيم من هذا الغاز فيوضع في الدورق جزء من الملح الصغرى أو ملح الطعام بعد صهره وتكسيه ثم يصب عليه حامض الكبريتيك المركز صبا بطيئا ويجم مايتكون من الغاز بالازاحة السفلية (صفحة ١١٢) وبعد ملء مخابير كافية تخلص خواصه . فهو غاز عديم اللون شفاف إذا كان جافا ولكنه يكون بخارا أبيض إذا نُدِيَ كما لو نفخ فيه . وهو خافق إذا تُنْفَسَ ويمكن تعيين كثافته بالتقريب بوزن دورق مملوء منه ومعرفة حجم الدورق فتستنتج بالطريقة المبينة (بصفحة ٣٤) وتساوى ١,٦٤ تقريبا أى قدر كثافة الهواء $\frac{1}{4}$ من المرات وهذا الغاز قابل للذوبان في الماء قبولا عظيما فإذا غمست في الماء فوهة دورق منكس مملوء به صعد فيه الماء سريعا وملأه جميعه ويلتوب في ثرواحد من الماء أكثر من ٤٥٠ لترا من هذا الغاز في درجة حرارة ١٥° مئوية تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا ويمكن أن يعمل منه محلول مشبع بأمراره في الماء . ولا يؤثر غاز حامض الكلورودريك الجفاف في ورق عباد الشمس الجفاف ولكنه يصير لون الورق الأزرق المبلول أحمر سريعا والمواد المحترقة تنطفئ عند وضعها فيه إلا قليلا منها وسنذكر تلك الشواذ فيما بعد . والغاز الجفاف لا يؤثر في الفلزات الجافة إلا تأثيرا بطيئا .

حامض المورياتيك أو الكلورودريك — إذا مرّ غاز حامض الكلورودريك في الماء حتى بلغ أقصى غايته في الذوبان فيه فالت المحلول المشبع يعرف بحامض الكلورودريك أو باسميه القديمين وهما "روح الأملاح" أو "حامض المورياتيك"

(الماخوذ من الكلمة اليونانية "ميوريا" أى ملح البحر) وقد سبق فحص هذا الحامض وشرحه (بالباب الخامس) ويصنع منه مقادير عظيمة من ملح الطعام وحامض الكبريتيك. ومحلوله حامض جدًا يذيب أكثر الفلزات متجا أيديروجينا. ويذيب الرخام وكرينات أخرى مكونة ثاني أكسيد الكربون ويعادل بقلوى كالصودا الكاوية وإذا بخر المحلول المتعادل حتى جف حصل ملح الطعام (صفحة ٥١) ويختلف خواص الغاز الجاف اختلافاً يَبْتَن من خواص محلوله في الماء وليس للغاز خواص حامضية هامة.

حامض الكلورديك المحوّل الى سائل — إذا عرض غاز حامض الكلورديك لضغط نحوّل الى سائل وإذا برد كفى ضغط يسير لتحويله الى سائل ويختلف حامض الكلورديك السائل عن محلول الغاز في الماء اختلافاً كلياً فهو ليس حامضاً هذا الى أنه مذوّب ضعيف ولا يتفاعل على الإطلاق مع أكثر الفلزات بل هو في الحقيقة عكس محلول الغاز لأنّ هذا فعال كيميائياً والغاز السائل غير ذلك أى لا يتفاعل تفاعلاً كيميائياً إلا قليلاً.

(٤٣) تركيب غاز حامض الكلورديك

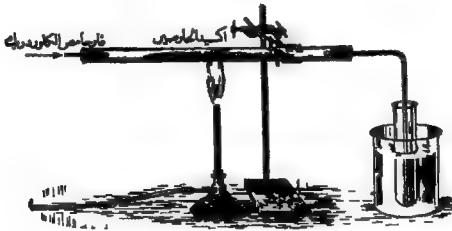
تفاعل الصوديوم وغاز حامض الكلورديك — إذا أشعلت قطعة صلبة من فلز الصوديوم (صفحة ١٤٠) في الهواء في ملقعة لإحراق ثم أدليت في غبار مملوء بغاز حامض الكلورديك فانها تبقى مغمورة ويحدث بخار كثيف أبيض وإذا سالت فوهة المخبر بلوح من الزجاج المغري تماماً وترك البخار حتى برد استقر على جوانب المخبر على هيئة جسم صلب أبيض وإذا أدخلت في المخبر شمعة رفيعة موقدة احترق ما فيه من الغاز. وبطرق ملائمة يستدل على أنه أيديروجين والجسم الصلب يذوب بسهولة في الماء ولو بخر محلوله حتى جف لتكوّن بلورات تظهر بالمكسكوب مكعبات (شكل ٢٧) ومذاقها كالحامض الطعام وهي متعادلة مع عباد الشمس بجميع خواصها هي خواص ملح الطعام فيمكن التمييز عن نتيجة التفاعل هكذا :

صوديوم + غاز حامض الكلورديك = ملح طعام + أيديروجين

تفاعل الأكاسيد الفلزية وغاز حامض الكلورديك — يمر تيار من غاز حامض الكلورديك في أنبوبة تحتوي على أكسيد الخارصين ثم يسخن الأكسيد

تسخينا شديدا ويمز الغاز الذى يخرج فى أنبوبة اختبار مبردة تبريدا عظيما (شكل ٦٥) فيرى أن مظهر الأكسيد يتغير وأن سائلا عديم اللون يتجمع فى أنبوبة الاختبار فعند الحصول على كمية كافية منه يوقف التفاعل فيشاهد أن السائل يجمد عند تبريده بمخلوط مبرد ويصير جسما صلبا صافيا يتصهر فى درجة الصفر المئوى ويغل فى درجة ١٠٠° مئوية تقريبا ويصير لون عباد الشمس أحمر فليسمى أنه محلول كلورور الأيدروجين فى الماء وأما الجسم الصلب المتخلف فى الأنبوبة فيمضه قابل للذوبان فى الماء ولما كان أكسيد الخارصين غير قابل للذوبان فى الماء فيمكن عزله مابقى منه بعد إيقاف التفاعل بالرش ويحتر المحلول الراقي فيحصل منه على جسم صلب أبيض قابل للذوبان وتكفى قابليته للذوبان فى الماء لتمييزه من أكسيد الخارصين أما تركيبه فسلبحث فيه بعد

أكسيد خارصين + غاز حامض الكلورودريك = جسما صلبا أبيض + ماء



(شكل ٦٥) جهاز غاز حامض الكلورودريك وأكسيد الخارصين

وهنا يسأل من أين أتى الماء ؟ فربما كان ما فيه من الأكسجين قد خرج من أكسيد الخارصين ولكن من أين أتى الأيدروجين ؟ نذكر من نتيجة التجربة الأخيرة أن الأيدروجين تتكون من تفاعل فلز الصوديوم وغاز حامض الكلورودريك فعند ما يتفاعل حامض الكلورودريك وأكسيد الفلزات الأخرى كأكسيد النحاس والنتاج ينتج مثل هذا ويتكون الماء فى كل حالة ومع جسم صلب . تتأمل الآن فى الماء المتكون فما فيه من الأكسجين يمكن أن يكون قد نتج من الأكسيد أما الأيدروجين فيجب أن يكون قد أتى من الحامض أو الأكسيد .

الى هنا لم نجاوز حدّ الظن والتخمين في أن الفلزات عناصر وأن أكاسيدها لهذا مركبة من عنصرين فقط — الفلز والأكسجين — أى أن أكسيد الخارصين على هذا الظن يجب أن يحتوى على خارصين وأكسجين فقط فاذا كان هذا صحيحا فان الأيدروجين الضرورى لاحداث الماء في التفاعل الذى نحن بصدده لا يمكن أن يأتى إلا من الغاز الحامض وقبل البحث في ذلك يجب أن نعين الأسباب التى من أجلها نعتقد أن الفلزات عناصر .

الفلزات عناصر — ليست الفلزات مركبات وانما هى مواد بسيطة وذلك للأسباب الآتية :

(أ) إذا سخن فلز كانخارصين تسخيناً شديداً وهو محبوب عن الهواء أو الأكسجين فانه ينصهر ثم ينفخ في درجة حرارة أرفع من ذلك فاذا برد تحول الى سائل ثانياً ثم الى جسم صلب لا يختلف عن الفلز الأصلي في شئ وظاهر أنه اذا كان في الفلز عنصر كالأيدروجين فان الذى نتوقه أن يفصل كما يفصل الأكسجين عن أكسيد الرصاص اذا سخن تسخيناً شديداً .

(ب) إذا سخن فلز كانخارصين في الهواء أو في الأكسجين اتحد به واحترق الفلز وتكون أكسيد واحد فقط وهذا متاف لفكرة وجود عنصرين في الخارصين إذ لو كان كذلك وجب أن يتكون أكسيدان أى لو كان في الخارصين أيدروجين لأمكن أن يتكون أيضاً أكسيد أيدروجين أى ماء وهذا لم يكن .

(ح) إذا سخن أكسيد فلز مع الكربون « تدريب ٧٢ (أ) » حصل الفلز نفسه واحد أكسيد الكربون أو كلاهما لا غير فتلا عند تسخين مخلوط من أكسيد الخارصين والكربون ينتج خارصين وثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون أى أنه بعزل الأكسجين عن الأكسيد لا يحصل إلا الفلز .

(د) ولم يقع في حالة ما أن وزناً معلوماً من فلز ما تحول الى مادة أخرى أقل وزناً من الفلز المتفاعل أى أن جميع المواد الأخرى المحصلة من الفلزات تنتج باضافة عناصر أخرى اليها فتلا عند احتراق المغنسيوم يرى أن وزن المادة المتكونة أعظم من وزن المغنسيوم بكثير وأن زيادة الوزن انما هى بسبب الأكسجين الذى اتحد بالمغنسيوم .

غاز حامض الكلورودريك يحتوى على أيديروجين — يتكوّن عند احتراق الصوديوم في غاز حامض الكلورودريك أيديروجين ومن حيث أنّ الصوديوم عنصر فالأيديروجين لابد أن يكون قد نشأ من هذا الغاز .

كذلك يتكوّن أكسيد الأيديروجين أى الماء عند تفاعل أكسيد انخارصين وغيره من الأكاسيد مع غاز حامض الكلورودريك ولا يصدر الأيديروجين الضروري لتكوين الماء إلا من هذا الغاز فغاز حامض الكلورودريك إذن مركب أيديروجين وهنا يمكن أن نرجع الى ما ذكر آنفاً من تكوّن الأيديروجين عند إذابة الفلزات في حامض المورياتيك (محلول الغاز في الماء) فيمكن أيضاً في هذه الأحوال الحصول على الأيديروجين من حامض الكلورودريك وهذا الأقرب لأن الماء وهو المادة الوحيدة الباقية لا تؤثر فيه أكثر الفلزات إلا في درجات الحرارة العالية فلستنتج أن غاز حامض الكلورودريك يحتوى على أيديروجين .

أُسْئَلَةٌ عَلَى الْبَابِ الْخَامِسِ عَشَرَ

- (١) اشرح طريقة تجهيز حامض الكلورودريك أو المورياتيك وبين كيف يختلف عن غاز حامض الكلورودريك .
- (٢) ما الأداة القائمة على أن فلزا كانخارصين عنصر ؟
- (٣) كيف تجهز من حامض الكلورودريك (١) أيديروجينا (ب) ملح الطعام ؟
- (٤) ما تأثير غاز حامض الكلورودريك (١) في ورق عباد الشمس (ب) في شمعة رقيقة موقدة (ح) في الماء ؟
- (٥) اشرح التفاعل الحادث من إمرار غاز حامض الكلورودريك على أكسيد انخارصين المسخن واذكر النتائج الحاصلين .
- (٦) هل تعتبر غاز حامض الكلورودريك حامضاً ؟ عزز قولك بالأسباب .
- (٧) اذكر الأسباب التي من أجلها تعتقد أن غاز حامض الكلورودريك مركب أيديروجين .
- (٨) إذا سخن ملح الطعام مع حامض الكبريتيك المركز وجعل التاج في الماء فاشرج بالأبيضاح التام ما يحصل من التفاعل وما يحدث من النتيجة عند خلط المحلول الحاصل بهذه الكيفية (١) بمرادة الحديد (ب) بكمونات الصوديوم (ح) بالعباشير (د) بالجير .

- (٩) إذا أمر غاز حامض الكلور دريك الجلاف (١) على صوديوم مسخن (ب) على أكسيد النحاس المسخن فاشرح ما يحدث وأذكر ما يتكوّن من الأتجة .
- (١٠) اشرح طريقة لتجهيز محلول كالذى يباع باسم حامض المورياتيك وبين كيف تميّزه من زيت الزاج مقارنا خواصهما الظاهرة . .
- (١١) ما التجارب التى تميّز بها غاز حامض الكلور دريك من الأيدروجين ؟

تمارين عملية

• (يُجب عمل هذه التمارين فى خزانة البخار)

- (١) أمر غاز حامض الكلور دريك فى أنبوبة تحتوى على أكسيد النخارصين الجلاف ومسخن الأكسيد تسخيناً يسيراً ثم كشف السائل الناتج فى قنبلة مبردة وميّن طبيعته وقارن خواص الجسم الصلب المتخلف فى الأنبوبة بخواص أكسيد النخارصين . ما تأثير تسخين هذا الجسم الصلب مع حامض الكبريتيك المركز ؟
- (٢) أمر غاز حامض الكلور دريك فى ماء الجير ثم يخر المحلول بلهب ضئيل حتى يحف . قارن خواص الجسم الصلب المتكوّن على هذا النحو بخواص الجير المطفأ وكذا بخواص كلورور الكلسيوم .

الباب السادس عشر — الكلور

(٤٤) أكسدة حامض الكلور دريك

- تدريب ٩٥ — تفاعل حامض الكلور دريك وأكسيد الرصاص .
- (١) راجع ما قبل عن الفرق (صفحة ٧٤) بين أكسيد الرصاص الخارج والرصاص الأحمر .
- (ب) ضع شيئاً من الخارج فى أنبوبة اختبار واغمره بحامض الكلور دريك المركز ثم سخّنه تسخيناً هيناً ولاحظ تغير الخارج وبعد أن يبرد المحلول اعزل السائل عن الجسم الصلب بالترويق واغسله مرتين بالماء البارد واعزل ماء الفسل كل مرة ثم املا أنبوبة الاختبار الى منتصفها بالماء وسخّنها حتى يغل الماء ولاحظ

ما يحدث للجسم الصلب وبرد المحلول بتيار من الماء البارد يسيل على الأنبوبة وانظر هل الجسم الصلب يظهر ثانيا ثم قرر الفرق بين قابلية ذوبانه في الماء الساخن والماء البارد .

(ح) أعد هذه التجربة في الرصاص الأحمر بدل اللتارج فأدفع المخلوط يسيرا ولاحظ رائحة الغاز المتكون ولونه واضعاً ورقة بيضاء خلف الأنبوبة ليسهل تعيين اللون . لاحظ الفرق بين هذا الغاز وبين غاز حامض الكلورديريك ثم افحص الجسم الصلب الباقي في قعر الأنبوبة وأجر عليه ما أجريت على الجسم الصلب في تجربة (ب) هل يظهر انهما سواء ؟

تدريب ٩٦ — تفاعل حامض الكلورديريك والبيرولوسيت —
ضع قليلاً من البيرولوسيت في أنبوبة اختبار واغمره بحامض الكلورديريك المركز ثم أدفئه يسيراً واختبر الغاز الناتج وقارنه بالغاز الذي تكون في تدريب ٩٥ (ح) .

تأثير الأكسجين في حامض الكلورديريك — إذا مزج حامض الكلورديريك الرطب بضعف حجمه من الأكسجين وعرض لضوء الشمس نحو أربع وعشرين ساعة فإن معظمه يتغير فيحل محله غاز أصفر يميل إلى الخضرة ويختفي الأكسجين في الوقت نفسه وإذا وضع في هذا الغاز قطعتان منديان من ورق صباد الشمس الأزرق والأحمر زال لونهما ولهذا الغاز رائحة خائفة غريبة ولا ينبغي أن يستنشق منه إلا بمقادير صغيرة جداً لأنه يفتك بأغشية الأنف والحلق ويسمى بالكلور لونه وهي كلمة مأخوذة من الكلمة اليونانية "كلوروس" أي أصفر مائل إلى الخضرة وإذا افحص ما في القنينة التي تكون فيها هذا الغاز أمكن إثبات أن هناك قليلاً من الأكسجين وغاز حامض الكلورديريك لم يتغيرا والماء هو المادة الأخرى الوحيدة التي بها وظاهر أن التفاعل هنا تأكيد فلو تأكيد أيدروجين غاز حامض الكلورديريك لحلت ماء غير أنه لا يمكن البرهنة على تكونه إذ يتجمد وجود الماء قبل ابتداء التفاعل .

تفاعل الرصاص الأحمر وحامض الكلورديريك — بحثنا آنفاً في الباب الخامس عشر في نتيجة إمرار غاز حامض الكلورديريك على الأكاسيد وقد نتج في كل منها ماء وجسم صلب يغطي سطح الأكسيد وكانت الجسم الصلب الحادث في حالة أكسيد الخارصين قابلاً للذوبان في الماء مع أن الأكسيد نفسه غير قابل له ولا شك أن الجسم الصلب يحتوي على الفلز لأن الماء هو الناتج الآخر الوحيد فيمكن أن نقول :

أكسيد فلز + غاز حامض الكلورديك = ماء + جسمًا صلبًا يحتوي على الفلز
إذا سخن اللتارج (أكسيد الرصاص) مع حامض الكلورديك المركز في أنبوبة
اختبار تكونت مادة بيضاء وركبت تحت السائل ويمكن فصلها بإفراغ السائل وغسلها
بالماء البارد وظاهر أنها لا تذوب إلا قليلا جدًا في الماء البارد ولكنها تذوب في الماء
المسخن إلى درجة الغليان وتظهر ثانية عند ما يأخذ في البرودة .

والرصاص الأحمر هو أكسيد آخر للرصاص مجهز من اللتارج بإحماء هذا في الهواء
فيزيد وزنه أثناء الإحماء أى أن الرصاص الأحمر يحتوي على الأكسجين بنسبة
أعظم منها في اللتارج فعند ما يذاب الرصاص الأحمر مع حامض الكلورديك المركز
بالطريقة التي شرحناها قبل ينتج كل ما يتكون في حالة اللتارج بالضغط ما عدا أمرا
واحدا وهو تتكون ذلك الغاز الأصفر المائل إلى الخضرة الخافتة أى الكلور والانتجة
الأخرى هي الماء والجسم الصلب الأبيض القابل للتذوبان في الماء الساخن لا البارد
ويمكن مقارنة فعل اللتارج وفعل الرصاص الأحمر في حامض الكلورديك هكذا :

لتارج + حامض الكلورديك = جسمًا صلبًا أبيض + ماء

رصاص أحمر + حامض الكلورديك = جسمًا صلبًا أبيض + ماء + كلور

فيظهر من ذلك أن الأكسجين الزائد الذي في الرصاص الأحمر نشأت منه أكسدة
أخرى أنتجت الكلور ويمكن تجهيز الكلور بتأثير مؤكسدات أخرى في حامض
الكلورديك ويستعمل لذلك غالبًا معدن البيرولوسيت الذي هو أرخص من الرصاص
الأحمر وهو أكسيد فلز المنجنيز .

(٤٥) الكلور

تحذير : يجب إجراء التجارب الآتية في خزانة البطارع اجتناب استنشاق الغاز الصاعد ما أمكن ذلك .

تدريب ٩٧ — تجهيز الكلور .

(أ) لتجهيز الكلور رتب الجهاز المبين بشكل (٦٦) ثمرًا الغاز في قنينة جلي تحتوي
على زجاج مكسر أو على حجر خفاف مندى بحامض الكبريتيك المركز ولكون
هذا الغاز أكتشف من الهواء يمكن جمعه بالازاحة السفلية .

(ب) ضع قطعًا من البيرولوسيت في الدورق واغمرها بحامض الكلورديك المركز
ثم أدفئها يسيرًا جدًا حتى يتكون الغاز سريعًا واملأ بحلة مخاير منه وغطها

بالواح زجاجية عليها طبقة من الشمع واملأ أيضا دورقا جافا من الغاز لتعيين كثافته ثم أمر الغاز مدة في مقدار قليل من الماء في قنينة مسدودة .

تدريب ٩٨ — خواص الكلور .

(أ) صف مظهر هذا الغاز ونكس في الماء غبارا مملو به . الى أى حد يذوب ؟
قارن ذلك بنتيجة إصراره في الماء ملاحظا لون الماء الذي أمر فيه .

(ب) ضع في غبار مملو به قطعتين من ورق عباد الشمس الأحمر والأزرق بعد تجفيفهما جيدا وبعد بضع دقائق ضع قطعتين قد نُدِبتا ولاحظ التأثير بعد دقيقة واحدة وقارن بين النتيجةين .

(ج) ضع في غلاير مملوء بالغاز مواد ملونة كقماش أو شريط مصبوغ وورق ملون وأزهار ملونة وأوراق أشجار خضراء . بلل المادة في كل حالة قبل وضعها ولاحظ ما يحدث .

(د) قارن بين تأثير الكلور في بقع الحبر الأزرق المسود والحبر الأسود وحبر المطابع أو فيما كتب بها (يكفى في الأخير قطعة من جريدة) .

(هـ) يتن هل الكلور يحترق في الهواء اذا أشعل . أدخل فيه شمعة رفيعة موقدة ولاحظ ما يحدث .

(و) هل يحترق في الكلور مواد أخرى قابلة للاحتراق كمود كبريت وشمعة وقطعة من القطن المندوف مغموسة في الكحول أو في التربين وكذا قطعة من سلك المغنسيوم وأخرى من المسفور ؟ لاحظ ما تحدثه هذه المواد . ضع أيضا في الغاز عند فوهة الاناء قضيبا مبلولا بملول النواشدر المركز .

(ز) جهز فؤارة يصعد منها أيديرجين يشتعل وبعد إشعاله نكس على الفؤارة غبارا مملو بالكلور .

تحضير : يجب عند استعمال الأيديروجين أن يحاط كما هو مبين بتدريب ٩٤ (ب) .

شم البخار المتكون وضع فيه قضيبا قد غمس في ملول النواشدر . ما هذا البخار ؟

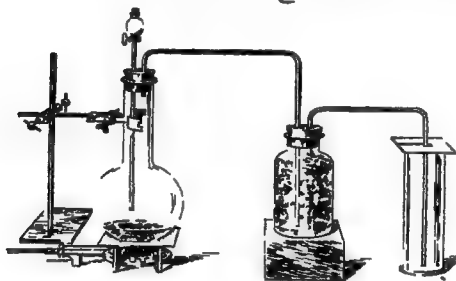
(ح) أدخل في غبار مملوء بالكلور ورقة من الفلز الهندي (نحاس أصفر مطروق صفائح رقيقة) ولاحظ ما يحدث .



سر همفری دافی (۱۷۷۸ — ۱۸۲۹)

Sir Humphry Davy.

تجهيز الكلور — يمكن تجهيز الكلور بالطريقة التي استخدمها كاشفه سيلة الصيدلاني السويدي (شكل ٦٦) ففي المورق قطع من البرولوسيت (أكسيد المنجنيز الأسود) المغمور بحامض الكلورديك المركز ولأجل أن يسرع التفاعل يسخن المخلوط يسيرا وإن سخن شديدا يخرج غاز حامض الكلورديك مع الكلور وفي هذه الحالة يمكن إزالة غاز حامض الكلورديك بامرار الغاز في كمية صغيرة من الماء فيذيب غاز حامض الكلورديك الذي هو أقبل من الكلور ذوبانا فيه ويكون الكلور يقبل الذوبان في الماء ويؤثر كيميائيا في الزيتق جمع بالازاحة السفلية .



(شكل ٦٦) تجهيز الكلور

خواص الكلور — هذا الغاز مشهور بلونه الأصفر المائل الى الخضرة وتأثيره في الحلق والأنف كخامه ٣,٢٢ أى قدر كثافة الهواء ٢,٥ من المرات تقريبا ويصير سائلا بالضغط والتبريد ويباع السائل الأصفر المتكون بهذه الطريقة في أسطوانات من الفولاذ وإذا زيد في تبريد السائل تحول الى جسم صلب أصفر وبذيت الماء ضعف حجمه تقريبا من هذا الغاز في درجات الحرارة العادية .

الكلور عنصر — لما كان الكلور يتكون بتأثير بعض مؤكسدات في حامض الكلورديك فقد رجع في الأذهان طويلا أنه مركب حامض الكلورديك وأكسجين وأقول من برهن على خطأ هذا هو "دافى" وهاك أهم تجاربه التي بنى عليها مذهبه :

(١) إذا مزج الأيدروجين بالكلور وعرض المخلوط لضوء الشمس الساطع حدثت فرقة شديدة ويقعد الغازان ويتكون غاز حامض الكلورديك لا غير

كلور + أيدروجين = غاز حامض الكلورديك

فإذا كان الكلور حقيقة مركب الأكسجين وغاز حامض الكلورديك فـ
الذى حصل للأكسجين في هذه التجربة ؟ والجواب أنه لو كانت في الكلور
أكسجين لتوقعنا تكون الماء وهذا لم يكن .

(٢) إذا تفاعل الصوديوم وحامض الكلورديك حصل أيديروجين وملح الطعام
وكذا يتكون ملح الطعام بالتحاد الصوديوم لا غير .

صوديوم + كلور = ملح الطعام

أي أنه تكون مركب واحد من غاز حامض الكلورديك باحلال الصوديوم محل
أيديروجينه ومن اتحاد الصوديوم بالمادة التي ظن أنها مركب غاز حامض الكلورديك
والأكسجين .

والطريقة الوحيدة لتفسير هذه التجارب تفسيراً مرضياً أن نعتبر الكلور عنصراً
فيكون غاز حامض الكلورديك مركباً من العنصرين الأيديروجين والكلور . ويسمى
كل مركب فيه الكلور وعنصر آخر بكلورور فغاز حامض الكلورديك يسمى بكلورور
الأيديروجين وسنطلق عليه هذا الاسم فيما يلي . وأما اسم حامض الكلورديك فسيبدل
على محلول هذا الغاز في الماء ويمكن التمييز عن تجهيز الكلور هكذا :

كلورور الأيديروجين + أوكسجين = أكسيد الأيديروجين + كلورا
ويمكن أيضاً التمييز عن تأثير الصوديوم في حامض الكلورديك هكذا :

كلورور الأيديروجين + صوديوم = كلورور الصوديوم + أيديروجين

وهذا التفاعل هو نوع ثالث من أنواع التغيرات الكيميائية وهو إحلال أو تعويض
فقد حل الصوديوم محل الأيديروجين في مركبه مع الكلور .

وقد برهن "دائي" زيادة على ما سبق أن الكلور لا يحتوي على أكسجين بتسخينه
مع الكربون وغيره من المختللات فلم يحصل في حالة ما على مركب للاكسجين وأيضاً
فقد سخن الكلور تسخيناً شديداً وأمر فيه شرراً كهربائياً مدة فلم تظهر له بهذه الطريقة
ولا غيرها مادة أخرى أبسط من الكلور .

اتحاد الأيديروجين والكلور — يتحد الكلور كما ذكرنا بسهولة بالأيديروجين
ويكون الاتحاد تدريجياً إذا ترك الغازان المتجان في ضوء ضعيف ولكنهما يتحدان
محدثين فرقة إذا مرصاً معاً لضوء الشمس الساطع .

ويمكن معرفة حجم الغازين المتحدين وحجم كلورور الأيدروجين المتكون باستعمال الجهاز المبين (شكل ٦٧) وهو يتركب من مستودعين زجاجيين معلومى الحجم متصلين بأنبوبة ذات صنبور فيملاً المستودع الكبير أيدروجينا بالازاحة العلوية ويملاً الصغير كلورا بالازاحة السفلية ويسد كل منهما بسداد من الزجاج متى امتلأ ويفتح الصنبور



فيمتزج الغازان ثم توضع الأنبوبة أولاً في ضوء النهار غير المباشر وبعد نحو يوم تعرض لضوء الشمس الساطع فيلاحظ أن لون الكلور قد اختفى وإذا فتح أحد المستودعين في الزيتقى يرى أنه لا يدخل فيه وأن الغاز لا يخرج منه أى أن حجم الغاز في المستودعين لم يتغير. ثم يسكب ماء في الوعاء فوق الزيتقى وترفع فوهة المستودع حتى تصير في الماء فيرى أن كلورور الأيدروجين يذوب في الحال ويدخل الماء المستودعين ويملاًهما تقريباً ويلاحظ أن الغاز الباقى أيدروجين ويعلم حجمه بتعيين حجم الماء الذى يملأ المستودع عن آخره وأما حجم الأيدروجين الذى اتحد بالكلور فيعلم بطرح حجم الأيدروجين الباقى من حجم المستودع الذى كان فيه الأيدروجين ويمكن الحصول على الأرقام التالية في مثل هذه (شكل ٦٧) التجربة :

اتحاد الأيدروجين والكلور

$$\begin{aligned} \text{حجم مستودع الكلور} &= \dots\dots\dots \text{سم}^3 = ٦٠,٨ \\ \text{حجم مستودع الأيدروجين} &= \dots\dots\dots \text{سم}^3 = ٧٢,٤ \\ \text{حجم الأيدروجين الباقى} &= \dots\dots\dots \text{سم}^3 = ١١,٩ \\ \therefore \text{حجم الأيدروجين المستعمل} &= \dots\dots\dots \text{سم}^3 = ٦٠,٥ \end{aligned}$$

فيرى أن حجمى الأيدروجين والكلور المتحدين متساويان تقريباً وأن حجم كلورور الأيدروجين المتكون يساوى حجم ما دخل من الماء أى أنه يساوى حجم الغازين المتحدين. وفي هذه التجربة رأينا أن :

$$\text{سم}^3 ٦٠,٨ \text{ من الكلور} + \text{سم}^3 ٦٠,٥ \text{ من الأيدروجين تكون } ١٢١,٣ \text{ سم}^3 \text{ من كلورور الأيدروجين} .$$

وبتكرار هذه التجربة نحصل على نتائج يمكن التعبير عنها هكذا :

حجم واحد من الكلور + حجماً واحداً من الأيدروجين يكونان حجمين من كلورور الأيدروجين .

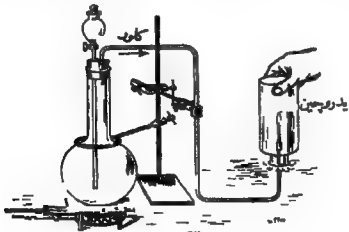
(وتستعمل كلمة حجم في مثل هذه الأحوال للدلالة على أى حجم معين من الغاز لا يختلف في كلا طرفي المعادلة) .

ومن حيث أن كاتفي الأيدروجين والكلور لا تتغيران وأن حجما واحدا من الأيدروجين يتحد دائما بحجم واحد من الكلور فإن وزنيهما المتحدين ثابتان دائما .

خواص الكلور الكيميائية — يتحد الكلور بكثير من المواد الأخرى خصوصا الفلزات فأوراق النحاس تستعمل فيه مكونة كلورور النحاس والصوديوم يحترق فيه مكونا كلورور الصوديوم وإذا سخن الحديد اتحد بالكلور مكونا الكلورور وكذا يتحد به الزئبق بسهولة ولكن الكلور الرطب فقط هو الذى يتحد بالفلزات فإذا كان خاليا من الماء تماما امتنع الاتحاد .

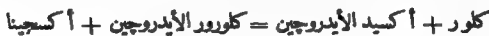
أما الكربون فلا يتحد بالكلور مباشرة ولكن الكلور يؤثر في كثير من مركباته مع الأيدروجين فالشمعة الرفيعة والشمعة العادية المشتعلة تحترقان فيه بلهب ذى دخان كثيف يحتوى على قطع صغيرة جدا من الكربون مختلطة بكلورور الأيدروجين الذى يمكن الاستدلال على وجوده من الأبخرة البيضاء الحادثة عند تقريب قضيب من الزجاج مغموس في النواشدر من فوهة المخبر فاحترق الشمعة الرفيعة نشأ من اتحاد الكلور بالأيدروجين الذى في الشمع ويخلص الكربون وحده غير متحد بالكلور اذ ليس فيه قوة الاتحاد به وإذا وضعت في اناء مملوء بالكلور قطعة من ورق الرشح قد غمست في الترتبين اشتعلت ونشأت سحب من النيلنج وهو نوع من الكربون ويحصل كلورور الأيدروجين أيضا وكذا يشتعل الفسفور عند وضعه في الكلور ويتحد به مكونا كلورور الفسفور ولا يتحد الكلور بالأكسجين وإن أمكن أن تجهز منهما مركبات . ولكن

هذا لا يكون مباشرة فالكلور اذن ليس من الغازات القابلة للاحتراق بالمعنى المألوف ولكنه يحترق اذا خرج من فؤارة أدخلت في اناء منكس مملوء بالأيدروجين المحترق عند الفوهة (شكل ٦٨) فيشتعل الكلور ويبقى محترقا في الأيدروجين أى أن الكلور قابل للاحتراق اذا كان محاطا بالأيدروجين .



(شكل ٦٨) احتراق الكلور في ايدروجين

إزالة الكلور للألوان — إذا وضع محلول الكلور في ضوء الشمس الساطع فإن لون السائل الأخضر يخفى وتحدث فقاعات غازية من الأكسجين ويتكون أيضا كلورود الأيدروجين مذابا في السائل وفي هذه الحالة يكون :



وليس هذا التفاعل في الحقيقة بسيطا كما يظهر بادئ بدء فإن لتكوين الأكسجين علاقة بتأثير الكلور الرطب أو ماء الكلور في إزالة الألوان النباتية فلو جفقت قطعة من نسيج مصبوغ تحفيقا تاما ثم أدخلت في ماء مملوء بالكلور الجلف لا تتغير فإذا وضعت قطرات من الماء في هذا الماء زال لون النسيج على الفور وكذلك يذهب لون عباد الشمس الرطب كما يذهب لون أكثر الأزهار ولا يزيل الكلور الألوان إلا إذا كان رطبا لأنه يؤثر أولا في الماء فيفصل عنه الأكسجين الذي يؤكسد الصبغة . ولا يغير الكلور الألوان المعدنية غالبا فلا يؤثر مثلا في حبر المطابع المصنوع من النيلج (كروم) إلا أنه يزيل لون حبر الكتابة (نتاج نباتي) .

ويستخدم الكلور مؤكسدا عاما زيادة على استعماله في إزالة الألوان ويكون مسحوقا .

مسحوق إزالة الألوان — إذا أمر الكلور في وعاء يحتوي على الجير المطفأ ورجا معا فإن الجير يمتصه امتصاصا ليس بالسريع جدًا ويحصل نتاج يشابه الجير في مظهره ولكنه ذو رائحة غريبة ولو ندى بحامض مخفف نخرج منه كلور ويستعمل هذا المسحوق كثيرا لإزالة الألوان كما يستعمل في التطهير فلورس على قطعة من نسيج ملون أو ورقة مكتوبة بالجبر الأسود ثم نثيت بحامض الكبريتيك المخفف لنذهب اللون . وكثيرا ما يسمى خطأ بكلورود الجير مع أن هذا الاسم يلائم كلورود الكلسيوم (صفحة ١٦٢) ويصنع بامرار الكلور في حجر من الخشب فيها رفوف كثيرة قد غطيت هي وأرض الحجر بالجير المطفأ فيمتص الكلور .

صناعة الكلور — يصنع الكلور غالبا من البيروكسيد وحامض الكلورديك المركز بالطريقة المبينة بصفحة (١٥٣) ولقد اقترح أولا استخدام أكسجين الجوف أكسدة حامض الكلورديك ولكنه عمل بطلى حتى يتعذبه صناعة الكلور ولكن لو أمر مخلوط من الهواء وكلورود الأيدروجين على أحجار مسخرة غمست في محلول الزاج الأزرق لحدث التغير بأسرع من ذلك كثيرا فيؤكسد أكسجين الهواء كلورود الأيدروجين

ويتكوّن بخار الماء وكالور أما الزاج الأزرق فيرى غير متغير مع أن له عملا مهما في هذا التفاعل فلذا عرف العامل المساعد وهذه تعرف بعملية ديكن (Deacon) وقد استعملت كثيرا زمنا طويلا فكان البخار يكتف ويستخدم مخلوط الأزوت والكالور الباقيين في صناعة مسحوق إزالة الألوان واليوم يصنع الكالور من ملح الطعام على نمط حديث أتى على بيانه بباب ٣٨ بالجزء الثاني من الكتاب .

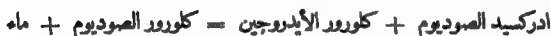
(٤٦) مركبات الكالور

الكلورورات — هناك كثيرا من الكلورورات في حالة طبيعية فلح الطعام أى كلورود الصوديوم من أكثرها انتشارا وشهرة . وكلورود البوتاسيوم وكلورود المغنسيوم يوجدان في السيوب الملحية العظيمة (ستاسفورت) قرب (مجدبروج) بألمانيا .
وهناك لمخص الطرق المختلفة التى يمكن بها تجهيز الكلورورات :

(١) بالتحاد عنصر آخر بالكالور مباشرة فتلا :



(٢) بتعاادل حامض الكلورودريك بحلول قاعدة فتلا :



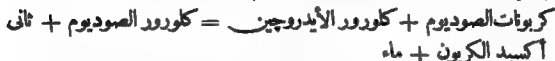
(٣) بإذابة أكسيد قاعدى (صفحة ١٦٢) في حامض الكلورودريك فتلا :



(٤) بإذابة فلز في حامض الكلورودريك وبخار المحلول فتلا :



(٥) بإذابة كربونات في حامض الكلورودريك وبخار المحلول فتلا :



(٦) في الفلزات التى كلوروراتها غير قابلة للذوبان يضاف الى محلول ملح من أملاح

الفلز في الماء أى كلورود مذاب فيرسب الكلورود المطلوب فتلا :



وكلورور الفضة غير قابل للذوبان فيظهر راسبا أبيض جنيا والطريقة الاخيرة مهمة لأنها تستعمل أيضا (١) في كشف محلولات الكلورورات (ب) في كشف محلولات أملاح الفلزات كالفضة التي ليست كلوروراتها قابلة للذوبان في الماء .

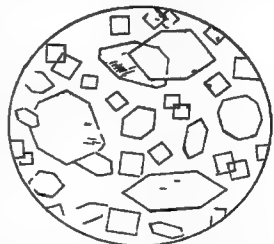
فلتكشف الكلورورات المذابة يضاف الى المحلول المراد كشفه قطرات قليلة من محلول أزونات الفضة فاذا تكون راسب أبيض حالا كان دليلا على وجود كلورور في المحلول .

والآن يمكن أن نضمر التفاعل الذي يحدث عند إمرار الأيدروجين على أكسيد النحاسين فأكسجين الأكسيد يتحد بإيدروجين كلورور الأيدروجين ويكون ماء ويتحول أكسيد النحاسين الى كلورور النحاسين .

أكسيد النحاسين + كلورور الأيدروجين = كلورور النحاسين + أكسيد الأيدروجين .

كلورات البوتاسيوم — يمتص الكلور اذا أمر في محلول البوتاس الكاوية واذا أشبع محلول البوتاس المركز الساخن بالكلور ثم ترك يبرد حدث فيه بلورات اذا أذيب بعضها في قطرات قليلة من الماء المقطر وتركتم تتو على زجاجة ساعة فانها ترى بالمكسكوب اذا كانت فيه قوة التعظيم غير كبيرة على هيتين (شكل ٦٩) مختلفتين فكثير منها مكعبات فاذا كررت بلورتها عدة مرات وغضت بالمكسكوب يرى أن عدد المكعبات قد قل وهذه المكعبات

بلورات كلورور البوتاسيوم والبلورات الجديدة أقل قابلية للذوبان في الماء واذا صغنت في أنبوبة حصل أكسجين وجسم صلب أبيض مطابق لكلورور البوتاسيوم فهذه البلورات مركب بوتاسيوم وكلورور وأكسجين فهي ملح حامض يحتوي على الأكسجين والكلور ويعرف هذا الملح بكلورات البوتاسيوم ويتغير بالتسخين على ما يأتي :



(شكل ٦٩) بلورات المسادتين الناعجين من إمرار الكلور في محلول البوتاس الكاوية

كلورات البوتاسيوم = كلورور البوتاسيوم + أكسجين

أسئلة على الباب السادس عشر

(١) ما الشروط التي بها يتفاعل الكلور مع (أ) النحاس (ب) الماء (ج) التفسفور ؟
اشرح الأتجة الناشئة في كل حالة .

(٢) اشرح من التفاعلات ما يمكن استعماله في تجهيز كلورود الصوديوم .

(٣) ما المواد التي تحدث من تفاعل حامض الكلورديك المركز مع (أ) اللانارج (ب) الرصاص الأحمر ؟

(٤) اذكر ثلاث طرق عامة لتجهيز الكلورورات مبينا حدود استعمال هذه الطرق .

(٥) اشرح تجارب يتفاعل فيها مع الكلور (أ) جسم صلب (ب) سائل (ج) غاز
وبيّن في كل حالة ما يتكوّن من الأتجة وكذا كيفية الحصول على مقدار صغير
من كل نتاج .

(٦) ما الطرق المستعملة في صناعة الكلور ولأى الأغراض يستعمل عادة ؟

(٧) قد كان يظن أن الكلور أكسيد حامض الكلورديك فما برهانك على خطأ ذلك ؟

(٨) ما الذي ينتج من إدخال شمعة رفيعة موقدة في اناء مملوء بالكلور ؟ وضع ما يحدث
توضيحا تاما .

(٩) ما الأدلة القائمة على أن غاز حامض الكلورديك يتركب من أيديروجين متحد
بمتصر آخر غازي ؟

(١٠) اشرح تجربة تثبت أن الأيديروجين يتحد بمقدار من الكلور يساويه في الحجم .
واذكر ما حجم كلورود الأيديروجين المتكوّن .

(١١) كيف تحصل على الكلور من ملح الطعام ؟ كيف تجهز من هذا الغاز ملح الطعام
ثانيا ؟

(١٢) ما التجارب التي تظهر بها الفرق بين خواص مخلوط ناتج من مزج جميع
متساويين من الأيديروجين والكلور وبين خواص مركب حدث بالتحاد جميعين
متساويين من هذين الغازين ؟

(١٣) كيف تجهز من صودا الفسيل نموذجاً من ملح الطعام ؟ اشرح كل ما يشاهد
أثناء العملية .

- (١٤) يقال إن الكلور قابلة عظيمة للاتحاد بالأيديروجين . اشرح تجربتين سبق أن شاهدتهما في بيان ذلك .
- (١٥) اقترح طريقة تهرن بها أن ملح الطعام مركب صوديوم وكلور .
- (١٦) إذا أعطيت جسماً صلباً قابلاً للنوبان فكيف تجهز منه بلورات ؟
- يَن كيف يستعمل التبلور في بعض الأحيان لتنقية المواد .
- (١٧) كيف تجهز غاز حامض الكلورديك ؟ ما التفاعلات التي تنشأ بين محلول حامض الكلورديك و (أ) كربونات الصوديوم و (ب) ثاني أكسيد المنجنيز و (ج) أكسيد الكالسيوم ؟
- (١٨) كيف تجهز الكلور من ملح الطعام ؟ اشرح الخواص الشهيرة لهذا الغاز .
- (١٩) إذا وضع أمامك أربعة أوانٍ مملوءة بالأكسجين والكلور وثاني أكسيد الكربون والأزوت فكيف تميز بينها ؟

تمارين عملية

- (١) ضع في ضوء الشمس الساطع دورقاً به محلول مخفف من الكلور في الماء ثم اجمع الغاز الحاصل وحقق طبيعته والفحص السائل أيضاً لتعلم هل فيه حامض وكلورور أولاً .
- (٢) ما نتيجة إمرار كلورور الأيديروجين على الرصاص الأحمر المسخن في أنبوبة ؟ حقق طبيعة الصلب والسائل والغاز الحاصلة .
- (٣) جهز مسحوق لإزالة الألوان بإمرار الكلور أمراً بطيئاً في أنبوبة تحتوي على جبر مطلقاً ثم استنيط الأحوال التي يزل فيها هذا المسحوق ألوان المواد الملوثة .
- (٤) جهز من صودا الفسيل وأزوتات الفضة وحامض الكلورديك نموذجين من ملح الطعام وكلورور الفضة .

الباب السابع عشر - الحوامض والقواعد والأملاح

(٤٧) تكوين الأملاح

أنتجة التعادل - إذا تعادل حامض الكلورديريك مع الصودا الكاوية يحصل من التفاعل ملح الطعام الذي ينتج أيضا من اتحاد الصوديوم بالكلور أو من تفاعل الصوديوم وكلورور الأيدروجين ويظهر جليا من هذه التفاعلات الأخيرة أن ملح الطعام مركب عنصرين هما الصوديوم والكلور أى أنه كلورور صوديوم .

وعند تفاعل الصودا الكاوية (ادرسيد الصوديوم) وحامض الكلورديريك يتكون ماء أيضا أى أن التفاعل جميعه يكون هكذا :

ادرسيد الصوديوم + كلورور الأيدروجين = كلورور الصوديوم + أكسيد الأيدروجين
وبكيفية مماثلة لما سبق يتكون كلورور البوتاسيوم وماء من ادرسيد البوتاسيوم وحامض الكلورديريك وكذا يتكون كلورور الكلسيوم وماء من ادرسيد الكلسيوم (الجير المطفأ) وحامض الكلورديريك .

وبسبب قابلية الادركسيدات القلوية لأن تكون قواعد للأملاح تسمى بالقواعد ويمكن التعبير عن ذلك بعبارة عامة هكذا :



الأكاسيد القاعدية - إذا أضر كلورور الأيدروجين على أكسيد انلارصين الجاف نشأ ماء والملح المسمى بكلورور انلارصين (صفحة ١٤٥) وهذا الملح هو نفس الملح الذي يتكون عند اذابة انلارصين في حامض الكلورديريك أو عند اتحاد انلارصين بالكلور .

وكذا يكون كلورور الكلسيوم والماء نتاجا لإذابة أكسيد الكلسيوم (الجير الحى) في حامض الكلورديريك ويكون كلورور المغنسيوم والماء أيضا نتاجا تفاعل أكسيد المغنسيوم وحامض الكلورديريك وليس لهذه الأكاسيد خواص قلوية ولكنها تعادل الحوامض مكونة أملاحا ولذلك تسمى بالأكاسيد القاعدية ويمكن التعبير بطريقة عامة هكذا :



ومن الأكاسيد القاعدية ما يتحد بالماء كأكسيد الكالسيوم فتكون ادركسيدات ذات خواص قلوية مع أن خواصها في ذاتها ليست قلوية وهناك أكاسيد قاعدية أخرى (مثل اللتارج) لا تتفاعل مع الماء بهذه الطريقة وليس لادركسيداتها غالبا خواص قلوية ولو أمكن تكوينها بطرق أخرى ومع هذا فهي تتحد بالحوامض لتكوين أملاحا (مثل كلورور الرصاص) وتفاعل اللتارج (أكسيد الرصاص) مع حامض الكلورديريك المركز يحدث كلورور الرصاص والماء .

أكسيد الرصاص + كلورور الأيدروجين = كلورور الرصاص + ماء

الأوزان المعينة للحوامض والقلوى التى تستعمل فى التعادل — إذا رجعنا الى الحقائق التى ذكرناها فى التعادل فى الباب الخامس (صفحة ٥٣) يرى أن وزنا معينين من الحامض المذاب فى الماء يحتاج الى وزن معين من القلوى لاجداث التعادل أو بعبارة أخرى يتكون ملح من تفاعل مقادير ذات نسب محدودة من الحامض والقلوى فتكوين كلورور الصوديوم مثلا يتحد وزن معين من الصوديوم بوزن معين من الكلور وهناك علاقة ثابتة بين وزن هذين المنصرين المتصدين وتثبت مثل هذه الحقائق عند تفاعل حوامض وقلويات أخرى . وزيادة على ما تقدم يقال انه لا تتغير المحلولات المستعملة فى التجارب فان هجوم محلولات الحوامض التى تتفاعل مع حجم معين من محلول قلوى معين هى نفس الهجوم التى تحدث التعادل فى حجم معين من محلول قلوى آخر فاذا كان ١٠ سم^٣ من محلول الصودا الكاوية تحدث التعادل فى ٩ سم^٣ من حامض الكلورديريك و ١٢ سم^٣ من حامض الكبريتيك و ١٤ سم^٣ من حامض الأزوتيك فان حجما معينين من محلول البوتاسا مثل ١٧ سم^٣ يحدث كذلك تعادلا تاما فى نفس هذه المقادير من المحلولات المستعملة سابقا أى ٩ سم^٣ من حامض الكلورديريك و ١٢ سم^٣ من حامض الكبريتيك و ١٤ سم^٣ من حامض الأزوتيك فهذا يدل من غير شك على أن هناك نسبة ثابتة بين أوزان القلويات والحوامض المتفاعلة ولقد وجد بالتجربة أن ٤٠ جراما من الصودا الكاوية أو ٥٦ جراما من البوتاسا الكاوية تكفى تماما لتعادل ٣٦,٥ من الجرامات من حامض الكلورديريك أو ٤٩ جراما من حامض الكبريتيك أو ٦٣ جراما من حامض الأزوتيك وتثبت مثل هذه الحقائق فى تفاعل الحوامض والأكاسيد القاعدية .

(٤٨) الحوامض والأكاسيد الحامضية .

تقسيم الأكاسيد — قسمنا الأكاسيد إلى ثلاثة أقسام باعتبار كون محلولاتها في الماء قلوية أو حامضية أو متعادلة (صفحة ٧٤) ويجب اعتبار كثير من الأكاسيد التي تكون محلولاتها متعادلة أكاسيد قاعدية واعتبار أكاسيد أخرى مثل أكاسيد الكربون والكبريت والفسفور أكاسيد حامضية .

وإذا نظرنا إلى الأكاسيد من حيث العناصر التي تتكون منها ظهر أن أكاسيد الفلزات قاعدية وأن أكاسيد غير الفلزات تكون حوامض غالباً عند إذابتها في الماء فتأني أكسيد الكربون يذوب في الماء محدثاً حامض الكربونيك (صفحة ١١٢) وإذا تعادل هذا الحامض مع ادرسيد الكالسيوم ينتج ملح وهو كربونات الكالسيوم وإذا أصر ثاني أكسيد الكربون على الجير المطفأ فإن الماء الحامض يمكن جمعه وتحقيق طبيعته ولكن إذا اتحد ثاني أكسيد الكربون بالجير الحرق (أكسيد الكالسيوم) كانت النتائج الوحيدة كربونات الكالسيوم فالمح الذي هو كربونات الكالسيوم يجب أن يحتوي على الأكسجين زيادة على ما يحتويه من الكربون والكالسيوم لأنه يتكون من اتحاد أكسجينين وجميع الكربونات الأخرى (مثل كربونات الصوديوم) تحتوي على الأكسجين وكذا يحتوي عليه حامض الكربونيك الناشئ من اتحاد ثاني أكسيد الكربون وأكسيد الأيدروجين وعلى عكس ذلك حامض الكلوريدريك وأملاحه وهي الكلورورات فلا تحتوي على الأكسجين .

تركيب الحوامض — سبق لنا تمييز الحوامض بتأثيرها في عباد الشمس وإذابتها للفلزات والطباشير فنعرض الآن أن نجس في هل تشابهها في هذه الخواص ناتج من تشابهها في التركيب فنقول :

رأينا أنه إذا ذاب فلز في أحد الحوامض المألوفة ينتج ملح يحتوي على هذا الفلز ويصعد الأيدروجين ولم يشأ من هذا إلا حامض الأزوتيك وسنبحث فيه منفرداً . ومن حيث أن الفلزات عناصر (صفحة ١٤٧) فالأيدروجين لا بد أن يكون قد خرج من الحامض اللهم إلا إذا كان قد نشأ من الماء الذي يكون موجوداً غالباً ولكنا قد برهنا أن كلورور الأيدروجين يحتوي على أيدروجين يخرج منه عند ملامسة الصوديوم (صفحة ١٤٨) فبمثل ذلك يمكن البرهنة أيضاً على أن الحوامض الأخرى تحتوي على أيدروجين . فالأحكام العامة الآتية صحيحة إذن :

- (أ) تحتوى جميع الحوامض على أيديروجين .
 (ب) يمكن احلال فلز محل هذا الأيديروجين وينشأ ملح .
 (ح) إذا تفاعلت قاعدة أو أكسيد قاعدى مع حامض فان فلز القاعدة يحل محل الأيديروجين الذى يتحد بأكسجين القاعدة مكوناً ماء .
 ولقد مضى حين كان يظن أن جميع الحوامض يحتوى على الأكسجين ولكن "داني" بين خطأ ذلك فبرهن أن حامض الكلورودريك لا يحتوى على أكسجين مع أنه من الحوامض القوية .

أسماء الأملاح — نذكر الآن ما تسمى به أملاح بعض الحوامض المألوفة فنقول ان الاضافة (آت) فى نهاية الاسم تستعمل لتدل على أن الملح يحتوى على أكسجين زيادة على ما فيه من فلز وعنصر غير فلزى مثل الكربون أو الكبريت والاضافة (ودر) تستعمل للدلالة على أن الملح مركب عنصرين فقط .

حامض	ملح	حامض	ملح
كلورودريك	كلورودر	خليك	ملح
كبريتيك	كبريتات	كرونيك	خلات
أزوتيك	أزوتات	أكساليك	كربونات
			أكسالات

فن تعادل حامض الكبريتيك مع ادر كسيد الصوديوم يتكون كبريتات الصوديوم ومن ادر كسيد البوتاسيوم وحامض الكرونيك يتكون كربونات البوتاسيوم وبإضافة أكسيد النحاس فى حامض الكبريتيك يحصل كبريتات النحاس ولكن ملح الطعام لذى يحتوى على عنصرين فقط يعرف بكلورودر الصوديوم .

أسئلة على الباب السابع عشر

- (١) بين ما يحدث من التفاعل الكيميائى أثناء تعادل حامض ؟
 (٢) إذا كانت كلمة أكسجين معناها (مكون الحوامض) فما الأسباب الداعية لتسميته بهذا الاسم ؟ وما الاعتراضات على هذه التسمية ؟
 (٣) بين أنه يمكن تقسيم الأكاسيد بحسب خواص محلولاتها فى الماء .
 (٤) ميز القاعدة عن الأكسيد القاعدى ومثل لكل منهما بمثالين .

- (٥) ما الأحكام العامة التي تنطبق على جميع الحوامض ؟ اذكر ما تعرفه من الشواذ عن ذلك .
- (٦) اشرح طريقتين من الطرق الأكثر استعمالا في تجهيز الأملاح وبين كيفية تجهيز أزونات البوتاسيوم وكلورود الكسيوم وكبريتات انطارصين وكلورود الفضة وكبرونات الكسيوم .
- (٧) إذا أعطيت قطعة من شريط المغنسيوم فكيف تجهز أكسيد المغنسيوم ؟
قارن بين تأثير حامض الكبريتيك في هذا الأكسيد وبين تأثيره في الفلز .
- (٨) اكتب شارحا الخواص الكيميائية للحوامض وللقلويات كل على حدة .
- (٩) بين الفرق بين التغيرات الكيميائية والتغيرات الطبيعية . كيف تهرن بالعمل على أن التغير الحادث من مزج محلول حامض الكلوودريك بمحلول النوشادر تغير كيميائي ؟
- (١٠) إذا أعطيت شيئا من ملح الطعام المحتوى على قليل من مواد غريبة التي يذوب بعضها في الماء ولا يذوب بعضها الآخر فيه فبين كيف تجهز من ذلك نموذجاً من الملح النقي ؟
- (١١) ما القلوى ؟ اذكر قلوتين مشهورتين وبين ما يتكوّن منهما من المواد عند مزج كل منهما بحامض الأزوتيك .

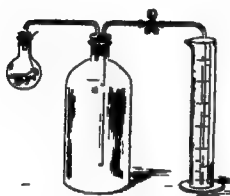
تمارين عملية

- (١) اعمل تجارب لمعرفة كون أكسيد انطارصين أكسيدياً قاعدياً أو غير ذلك .
- (٢) هل يتكوّن ملح وماء عند تفاعل أكسيد النحاس الأسود وكلورود الأيدروجين ؟
- (٣) جهز نماذج من الأملاح الآتية وهي أزونات البوتاسيوم وكلورود الفضة وكبريتات النحاس مستعملاً الحامض اللازم في كل حالة .

الباب الثامن عشر - الأوزان المكافئة

(٤٩) احلال الفلزات محل الأيدروجين

تدريب ٩٩ - وزن الأيدروجين الذى يحل محله الخارصين .



(شكل ٧٠)

قياس حجم الأيدروجين الحاصل من اداة
وزن معين من طرفى حاض

(١) رتب الجهاز المبين (بشكل ٧٠) وسد الدورق والقفينة بسدادين محكين من الصمغ المرن واملأ القفينة ماء أما الخارصين والحامض فيوضعان فى الدورق ليتسنى للأيدروجين الصاعد إخراج جزء من الماء يساويه فى الحجم فيجمع فى مخبر مدرج وقبل البدء فى التجربة افتح بعض ماء القفينة حتى يستمر نزحه الى المخبر فاذا خرج ما يكفى لتغطية طرف أنبوبة الوصل فاقلع الحابس الذى على أنبوبة الصمغ المرن الموصلة .

(ب) ضع فى الدورق نحو ٢٠ سنتيمترا مكعبا من حامض الكلورديك المركز وخففه بما يساوى حجمه من الماء ثم زن فى أنبوبة اختبار نحو ٠.٧ من الجرام من الخارصين المحبب معتدلا يجعل هذه الأوزان محكمة بقدر الاستطاعة ثم علق أنبوبة الاختبار فى الدورق بغيظ من القطن بحيث لا يمس الحامض الخارصين وبعد اتمام التوصيلات افتح الحابس فاذا تغير سطح ماء المخبر بالتدريج فانه يستدل قطعاً على تسرب الهواء الى الجهاز ويجب تلافى ذلك قبل الاستقرار فى التجربة فاذا أيقنت أن الهواء لا يتغذى اليه فعين حجم الماء الذى بالمخبر ثم ابدأ التفاعل برج الدورق حتى يمس الحامض الخارصين وعند ما يذوب الخارصين من آخره دع الجهاز يبرد ثم اعرف حجم ما تجمع من الماء معينا درجة حرارة المعمل وارتفاع الزيتق فى البارومتر ومن ذلك احسب حجم ما تكون من الأيدروجين تحت معتدل الضغط وفى معتدل درجة الحرارة .

(ح) أمد هذه التجربة مستعملا وزنا آخر من انصارين وحامض الكبريتيك المخفف (بنسبة ١ الى ٥) بدلا من حامض الكلورودريك . هل ينشأ من وزن معلوم من الفلز حجم ثابت من الأيدروجين ؟

تدريب ١٠٠ - إحلال الفلزات الأخرى محل الأيدروجين -

أمد التجربة مستعملا فلزات أخرى (كالمغنسيوم والألمنيوم والقصدير) بدلا من انصارين ولاذابة القصدير يجب تسخين الحامض . هل حجم الأيدروجين الحاصل يختلف باختلاف نوع الفلز ؟ احسب وزن ما يلزم من كل من هذه الفلزات لتكوين جرام من الأيدروجين .

إحلال الفلزات محل الأيدروجين الذى فى الحوامض - رأينا فى صفحة (١٦٥) أن الفلزات إذا ذابت فى الحوامض تزيل منها أيدروجينها وتحد بما يبقى من الحامض بعد ذلك مهما كان ذلك الباقي . ويمكن معرفة حجم الأيدروجين الذى يزيله وزن معين من فلز باستعمال الجهاز المبين (بشكل ٧٠) وبعد معرفة حجمه يمكن حساب وزنه وتركب الجهاز من دورق صغير متصل بقنينة كبيرة مملوءة بالماء قد ركب عليها أنبوبة خروج واصله الى قمرها ويوضع الحامض فى الدورق الذى تعلق فيه أنبوبة اختبار يحتوى على الفلز الموزون وبعد اكتمال التوصيلات يرج الدورق حتى يدخل الحامض أنبوبة الاختبار فيمس الفلز فيخرج الأيدروجين فيطرد الماء من القنينة فيجمع فى خنجر مدرج ليعرف حجمه وعند ما يذوب الفلز عن آخره يترك الجهاز ليبرد (لأن ذوبان الفلزات فى الحوامض يحدث حرارة) ثم يرفع الخنجر أو ينخفض حتى يصير سطح الماء فيه مساويا لسطح الماء فى القنينة وفى هذه الأحوال يكون حجم الماء الخارج من القنينة مساويا حجم الأيدروجين المتكون مقيسا تحت الضغط الجوى إذ ذاك فى درجة حرارة الججرة .

وبتكرار هذه التجربة باستعمال أوزان مختلفة من فلز معين نستنتج أن لإذابة وزن ثابت من هذا الفلز ينتج حجما واحدا من الأيدروجين دائما أى ينتج وزنا واحدا منه . أى أن وزنا معيناً من فلز مخصوص كالانصارين يحل محل وزن معين من الأيدروجين وقد وجد بإعادة هذه التجربة فى فلزات أخرى وحساب وزن الفلز الذى يحل محل جرام من الأيدروجين أنه لتكوين جرام من الأيدروجين يجب أن يذوب وزن مخصوص

ثابت من كل منها فلز لكل فلز وزن مخصوص حال عمل الأيدروجين ويمكن عمل جدول لأوزان الفلزات التي تحمل محل جرام من الأيدروجين .

(٥٠) تعيين الأوزان المكافئة للفلزات بواسطة الإحلال

تدريب ١٠١ — تأثير المغنسيوم في محلول الزاج الأزرق — ضع قطعا من شريط المغنسيوم في محلول الزاج الأزرق (كبريتات النحاس) ثم انفصل الجسم الصلب المتكون واغصه بعضه في بودقة وماالج اذابة شيء منه في حامض الكبريتيك المخفف ولاحظ النتيجة في كل حالة .

إحلال فلز محل آخر — رأينا في تدريب (١٠١) أن المغنسيوم قد ذاب عند وضعه في محلول الزاج الأزرق (كبريتات النحاس) ففصل النحاس من مركبه وإليك بيان التفاعل :

مغنسيوم + كبريتات النحاس = كبريتات المغنسيوم + نحاس
ولا شك أن هذا تفاعل تعويض أو إحلال .

وهنا يمكن استعمال وزن معلوم من المغنسيوم ثم يبين وزن النحاس الراسب فيوضع المغنسيوم الموزون في محلول كبريتات النحاس ويسخن تسخيننا هينا حتى يسرع التفاعل وعند ما يذوب المغنسيوم عن آخره يجمع النحاس على ورقة رشح معلومة الوزن ويسدل الجهد في ألا يضيع شيء منه وبعد غسل الورقة والنحاس تماما لازالة بقايا كبريتات النحاس يجففان ويبين وزنهما .

وبتكرار هذه التجربة يرى أنه باستعمال وزن معين من المغنسيوم يحصل وزن مغاير له من النحاس محدود تماما وهناك طوائف أخرى من الفلزات التي يحل أحدها محل الآخر في محلولات أملاحها فالمغنسيوم مثلا يحل محل الخارصين أو الرصاص أو النحاس والخارصين يحل محل الرصاص والنحاس ويمكن الحصول على الأوزان المكافئة لهذه الفلزات بالطريقة المبينة قبل في مسألة المغنسيوم والنحاس .

الأوزان المكافئة — نضع الان جدولا يحتوي على جملة فلزات وط (١) الوزن الذي يتحد في كل منها يجرام من الأكسجين و (٢) الوزن الذي يحل محل جرام من الأيدروجين .

المنصر	الوزن الذى يتحد به جرام من الأكسجين	الوزن الذى يتحد به جرامات من الأكسجين	الوزن الذى يحل محل جرام من الأيدروجين
المغنسيوم	١٥ من الجرامات	١٢.٢ من الجرامات	١٢.٢ من الجرامات
الناصريين	٤١ > >	٣٢.٧ > >	٣٢.٧ > >
الألمنيوم	١١ > >	٩.٠ جرامات	٩.٠ جرامات
الحديد	٢٦ > >	٢٠.٨ من الجرامات	٢٧.٩ من الجرامات
القصدير	٢٧ > >	٢٩.٧ > >	٥٩.٥ > >
الصوديوم	٢٩ من الجرامات	٢٣.١ من الجرامات	٢٣.١ من الجرامات
البوتاسيوم	٤٩ > >	٣٩.٢ > >	٣٩.٢ > >
الكالسيوم	٢٥ > >	٢٠.٠ جراما	٢٠.٠ جراما

فى القسم الأول من هذا الجدول لم نضع غير العناصر التى يمكن المبتدئ أن يجرى فيها التجارب العملية ولكن يمكن أن تضاف عناصر أخرى يقترب على استعمالها مشقة أو ثقات طائلة وهذا نحرما بالقسم الثانى منه .

وظاهر أن هناك علاقة بين أوزان العناصر التى تتحد به جرام من الأكسجين والأوزان التى تحل محل جرام من الأيدروجين وإذا لم يراع ما هناك من شذوذ يسير يرى أن كلا من أعداد العمود الأخير يساوى ثمانية أمثال نظيره من الأول أى أننا لو حسبنا وزن المنصر الذى يتحد به ثمانية جرامات من الأكسجين (عمود ٢) لكان العمودان سواء أى أن وزن المنصر الذى يتحد به ثمانية جرامات من الأكسجين أو يحل محل جرام واحد من الأيدروجين هو وزن واحد .

ويجب أن نذكر هنا أن ثمانية جرامات من الأكسجين تتحد به جرام واحد من الأيدروجين فوزن المنصر الذى يحل محل جرام من الأيدروجين هو نفس الوزن الذى يتحد بالوزن الاتحادى للأكسجين فى مركبه مع الأيدروجين ولا شك أن هناك معنى فى هذا السرّ الغريب وتعرف الأوزان المذكورة فى العمود الأخير بالأوزان المكافئة للعناصر لأنها تكافئ أو تحل محل جرام واحد من الأيدروجين .

أوزان الفلزات التى يحل بعضها محل بعض فى المركبات — يمكن أيضا أن يعمل جدول يحتوى على الفلزات التى يحل بعضها محل بعض فى مركباتها ولأجل

أن يكون هناك معتدل يرجع إليه في المقارنة يجب أن يختار فلز يحمل محله معظم الفلزات الأخرى وأوفر فلز بهذا الفرض هو النحاس .

النحاس	وزن المنصر الذي يحمل محله جرام واحد من النحاس	وزن المنصر الذي يحمل محله ٣١٨ من الجرامات من النحاس	وزن المنصر الذي يحمل محله جرام واحد من الأيديروجين
مغنسيوم	٣٨٤٠ من الجرام	١٢٠٢ من الجرامات	١٢٠٢ من الجرامات
خارصين	١٠٢٨ من الجرامات	٣٢٠٧ من الجرامات	٣٢٠٧ من الجرامات
ألومنيوم	٢٨٣ من الجرام	٩٠ من الجرامات	٩٠ من الجرامات
حديد	٨٧٧ من الجرامات	٢٧٠٩ من الجرامات	٢٧٠٩ من الجرامات
قصدير	١٨٧١ من الجرامات	٥٩٠ من الجرامات	٥٩٠ من الجرامات

فيظهر أن هناك علاقة بين وزن المنصر الذي يحمل محله جرام واحد من النحاس ووزنه الذي يحمل محله جرام واحد من الأيديروجين والنحاس لا يحمل محله الأيديروجين في مركباته ولكن يتحد بالأوكسجين وقد رأينا أن أوزان العناصر التي تتحد بمجانية جرامات من الأوكسجين هي نفس أوزانها المكافئة ومن حيث أن ٣١٨ من الجرامات من النحاس تتحد بمجانية جرامات من الأوكسجين فتعتبر وزنه المكافئ ولنبحث عن أوزان العناصر الأخرى التي تحمل محل الوزن المكافئ للنحاس فهذه الأوزان في العمود الثاني من الجدول السابق وهي والأوزان التي تحمل محل جرام واحد من الأيديروجين سواء ولأدراك هذا الجدول أدراكا تاما تأخذ المغنسيوم مثلا فترى أن ١٢٠٢ من الجرامات منه تحمل محل جرام واحد من الأيديروجين وتتحد بالوزن الاتحادي للأوكسجين أي بمجانية جرامات منه وهذا الوزن أيضا يحمل محل ٣١٨ من الجرامات من النحاس (أي وزنه الاتحادي) أو محل ٣٢٠٧ من الجرامات من الخارصين (أي وزنه المكافئ) أو محل أي وزن مكافئ مقدر بالجرامات من الفلزات الأخرى التي يمكن أن يحمل محلها المغنسيوم فيظهر إذن أن العناصر تتحد وتنفارق الاتحاد بنسبة أوزانها المكافئة .

الأوزان المتبادلة — يمكن الوصول إلى النتيجة السابقة من طريق آخر في بعض الأحوال يكون كل من عنصرين مركبات مع عنصر ثالث مع كونهما يتحدان أيضا فكل من الكربون والأوكسجين يتحد بالأيديروجين وكذا يكونان مركبات بالاتحادهما ولتمثل بالمركبات الآتية وهي الميثان (غاز المستنقعات) والماء وثاني أكسيد الكربون

فى الأول يتحد ٣ جرامات من الكربون بجرام واحد من الأيدروجين وفى الثانى يتحد ٨ جرامات من الأكسجين بجرام واحد من الأيدروجين وفى ثالثى أكسيد الكربون يتحد ٨ جرامات من الأكسجين بثلاثة جرامات من الكربون أى أن وزن الأكسجين والكربون اللذين يتحدان بجرام واحد من الأيدروجين هما أيضا الوزنان لمذيع العنصرين اللذان يتحدان ويلاحظ أننا لم نقل "أن هذين العنصرين لا يتحدان بنسبة نسبة الوزنين المذكورين" إذ أن هناك أكسيد كربون آخر فيه ٦ جرامات من الكربون متحدة بثمانية جرامات من الأكسجين وترك بيان ذلك الآن ونبحث فيه فى باب آت ولكن يجب أن نلاحظ أن وزن الكربون الذى يتحد بثمانية جرامات من الأكسجين ليكون أول أكسيد الكربون هو مضاعف بسيط للوزن الاتحاضى للكربون وواضع فى هذه الحالة أن الأوزان الاتحادية متبادلة وإذا قررنا أن الأوزان المكافئة هى الأوزان الاتحادية كما اعتبرت فى الحالات التى سبق أن درستها فان جميع الأوزان المكافئة تكون متبادلة أو عبارة أخرى : تتحد العناصر بحسب نسب أوزانها المكافئة .

وسنرى قريبا ضرورة إضافة هذه الكلمات للعبارة المتقدمة وهى (أو بحسب نسب مضاعفات بسيطة لهذه الأوزان المكافئة) فتلا ١٢,٢ من الجرامات من المغنسيوم تحمل محل جرام واحد من الأيدروجين وتتحد بثمانية جرامات من الأكسجين ولكن ٨ جرامات من الأكسجين تتحد بجرام من الأيدروجين وكذلك ١٢,٢ من الجرامات من المغنسيوم تحمل محل ٣١,٨ من الجرامات من النحاس ولكن ٣١,٨ من الجرامات من النحاس تتحد بثمانية جرامات من الأكسجين وعلى هذا نرى أن ٣٥,٥ من الجرامات من الكلور تتحد بجرام واحد من الأيدروجين وتتحد أيضا باثنى عشر جراما من المغنسيوم و ٣١,٨ من الجرامات من النحاس ويمكن بالاحتياط المناسب جعل فلز الصوديوم يحمل محل الأيدروجين الداخلى فى تركيب الماء أو الحوامض أو يحمل محل الفلزات فى أملاحها فتلا ٢٣ جراما من الصوديوم تحمل محل جرام واحد من أيدروجين الماء أو الحوامض وتحمل أيضا محل ١٢ جراما من المغنسيوم أو محل ٣١,٨ من الجرامات من النحاس وهى مع ذلك تتحد بثمانية جرامات من الأكسجين أو ٣٥,٥ من الجرامات من الكلور .

جدول الأوزان المكافئة — يمكن إيراد عدد عظيم من الأمثلة المشابهة لما سبق ولكن نكتفى هنا بجدول صغير لبعض الأوزان المكافئة ويجب ألا ننسى أنه إذا كَوْن عنصران أكثر من مركب واحد كان لهما وزنان مكافئان أو أكثر .

الوزن المكافئ	المصنوع	الوزن المكافئ	المصنوع
١٢,٢	مغنسيوم	١٠	أيدروجين
٢٣,٠	صوديوم	٨,٠	أكسجين
٥٩,٥	قصدير	٣,٠	كربون
٣٢,٧	خارصين	٣٥,٥	كلور
٣٩,٢	بوتاسيوم	٩,٠	ألومنيوم
٢٠,٠	كلسيوم	٣١,٨	نحاس
		٢٧,٩	حديد

أسئلة على الباب الثامن عشر

- (١) وضع كيف تعين العلاقة بين الوزنين المكافئين لأي عنصرين تمييزاً عملياً .
- (٢) إذا كان ١٠٠ جرام من المغنسيوم يُتحد بـ ٦,٦٥ من الجرامات من الأكسجين وكان ٨ جرامات من الأكسجين يُتحد بـ ١٠٠ جرام واحد من الأيدروجين فعين الوزن المكافئ للمغنسيوم وبين كيف تحصل على هذه النتيجة بالعمل .
- (٣) وضع العلاقات بين أوزان الغازات التي تُتحد بوزن معين من الأكسجين والتي يحل بعضها محل بعض في أملاحها .
- (٤) إذا التحدت ثلاثة عناصر متى مكونة عدة مركبات فوضح العلاقات التي نتوقعها بين هذه المركبات من حيث تركيبها ممثلاً بلجوايك .
- (٥) إذا أعطيت عنصراً فلزياً لا تعرفه فبين طريق عملك لتعيين وزنه المكافئ .
- (٦) اشرح كيف تعين وزن الأيدروجين الحادث من تأثير جرام واحد من الألمنيوم في كمية من حامض الكلورودريك تريد على ما يلزم لاحتداث التفاعل .
- (٧) في أي الأحوال يكافئ ٩,٤ من الجرامات من حامض الكبريتيك ٢,٣ من الجرامات من حامض الأزوتيك وفي أي الأحوال يكافئ ١٢ جراماً من المغنسيوم ٣٢,٥ من الجرامات من الخارصين ؟
- (٨) كيف تعين الوزن المكافئ للحديد ؟ ارسم شكل الجهاز الذي تستعمله وشرح ما تتخذ من الاحتياطات للحصول على نتيجة صحيحة وإذا أعطيت قطعة من سلك حديدى رفيع وشياً من كبريتات النحاس فكيف تعين الوزن المكافئ للنحاس ؟

تمارين عملية

- (١) عتّن وزن النحاس المزاج من كبريتات النحاس بواسطة وزن معلوم من المغنسيوم بأن يجمع النحاس على ورقة رشح بعد تجفيفها ووزنها ثم تغسلها مرّات وتجففها هي والنحاس في فرن بخار وتعتّن وزنها مما .
- (٢) أذب وزناً معلوماً من الفضة النقية في حامض الأزوتيك المخفف بما يساوي نصف حجمه من الماء مستعملاً دورقاً ثم اقل ما فيه الى وطء معلوم الوزن واغسل الدورق بقليل من الماء المقطر ثلاث مرّات وصّب في الوطاء الماء المستعمل في الغسل ثم أضف من حامض الكلورديك ما يزيد على ما يلزم لتكوين الراسب ثم يغير المحلول حتى يجف ويسخن التاج بلهب مكشوف ليخرج الحامض . عتّن وزن كلورور الفضة واحسب وزن الفضة الاتحادى مع العلم أن وزن الكلور الاتحادى يساوى ٣٥,٥ .

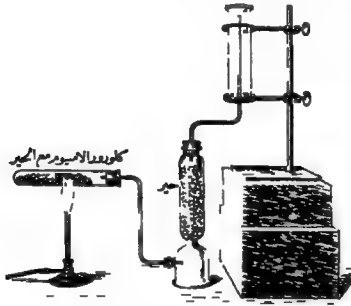
الباب التاسع عشر - النوشادر

(٥١) النوشادر وتجهيزه وخواصه

تدريب ١٠٢ - تجهيز النوشادر .

- (أ) اخلط في أنبوبة اختبار قليلاً من ملح النوشادر والجير المطفأ ثم أدفئ المخلوط إدفاءً هيناً ولاحظ رائحة الغاز الصاعد وأدخل في فوهة الأنبوبة قطعة من ورق عباد الشمس الأحمر مبلولة بالماء .
- (ب) لتجهيز مقادير وافرة من هذا الغاز املاً أنبوبة لإفلاء (أى أنبوبة اختبار كبيرة) من مخلوط مكوّن من وزنين متساويين أحدهما من ملح النوشادر والآخر من الجير المطفأ ثم صل الأنبوبة كما في (شكل ٧١) بالفوهة السفلى من برج تجفيف مملوء بقطع من الجير الحى وركب على الفوهة العليا للبرج أنبوبة وصل ليتسنى جمع الغاز بالأزاحة العلوية ويحسن عند جمعه سدّ فوهات المخابير بقطعة من الورق المقوى مثقوبة مهبطاً تنفذ منه أنبوبة الوصل فإن لم يتيسر برج التجفيف أمكن تجفيف الغاز بأمراه في أنبوبة اختبار مركب عليها أنبوبتان إحداها

طويلة والأخرى قصيرة كما في قنينة التجفيف الميمنة (بشكل ٦٦) ولكن يوضع في القنينة قطع الجير بدلا من الزجاج المكسور وبعد ملء خمسة مخاير بالغاز أزح برج التجفيف وأمر الغاز بواسطة أنبوبة وصل في أنبوبة اختبار تحتوي على قليل من ستيمرات مكعبة من الماء واحذر من أن ينقطع صعود الغاز وإلا رجع الماء الى أنبوبة الاختبار .



(شكل ٧١) تجهيز النشادر

تدريب ١٠٣ — خواص النشادر .

- (أ) صف مظهر هذا الغاز ورائحته واحذر ان تحاول استنشاقه وإلا نشأ ضرر عظيم .
- (ب) غط المخبار المملوء بالنشادر بإحكام ثم ضع فوهته تحت سطح الماء واتزع الغطاء وأشرح ووضع النتيجة .
- (ج) أدخل شمعة رفيعة موقدة في مخبار مملوء بالنشادر منكسة فوهته . هل هذا الغاز يحترق أو يساعد على الاحتراق ؟
- (د) قزب من فوهة أحد المخاير المملوءة بالغاز قضيبا من الزجاج قد غمس في حامض الكلورديك ولاحظ ما يتكون .
- (هـ) ضغ فوهة مخبار مملوء بالنشادر على فوهة آخر مملوء بكلورود الأيدروجين وبينما هما كذلك أزح غطاهما حتى يمتزج الغازان ولاحظ النتيجة ولاحظ أيضا خواص الجسم الصلب الذي يركد على جوانب الدورقين .

تدريب ١٠٤ — خواص محلول النوشادر .

(١) انقص المحلول المجهز في تدريب ١٠٢ (ب) ولاحظ تأثيره في عباد الشمس ثم ادفئه وراقب ما يحصل ثم اغله عدة دقائق واختبر المحلول المغلي . هل لا يزال يحتوي على نوشادر؟

(ب) خذ نحو ١٠ سم^٣ من محلول النوشادر المشبع (من رف الزجاجات) وأضف إليها حامض الكلورديك المخفف من سحاحة إضافة تدريجية حتى يتبدى المخلوط في أن تكون له صفة تحويل ورق عباد الشمس الأزرق أحمر وفي أثناء العملية حرك المخلوط آناً فأناً وضعه على حمام الماء يفر حتى يجف . لاحظ مظهر الجسم الصلب الحادث وقارنه بملح النوشادر وعين على الخصوص نتيجة تسخينه في أنبوبة اختبار (١) وحده (٢) ممزوجاً بكية من الجير المطفأ مساوية له .

(ج) وبمثل هذه الطريقة عادل محلول النوشادر بحامض الكبريتيك المخفف وحصل الجسم الصلب الناشئ .

(د) هل خواص محلول النوشادر تشابه خواص محلول قلوى خفيف أو محلول قلوى كاو؟

روح قرن الإيل — قد عرف منذ قرون أنه اذا سخن بعض المواد الحيوانية كالكرون وقلامة الحوافر في وعاء مقفل وأمر البخار الناتج في الماء حصل سائل ذراتها نافذة خواصه قلوية وقد كان هذا السائل يسمى بروح قرن الإيل لما يستعمل في تجهيزه من المواد وكان يصنع أيضاً بتسخين مخلوط من ملح النوشادر والجير المطفأ وإمرار البخار الصاعد في الماء وبذا كان يسمى بروح النوشادر المتطاير وملح النوشادر هذا كان يملأ إذ ذاك من آسيا الصغرى على الأخص وأول من جمع نتائج تسخين ملح النوشادر والجير فوق الزيت هو "بريستلي" الكيميائي الانجليزي وهو الذي برهن أنه غاز صديم اللون عظيم القابلية للذوبان في الماء .

تجهيز النوشادر — لذلك يسخن مخلوط جزأين متساويين أحدهما من ملح النوشادر والآخر من الجير المطفأ في أنبوبة اختبار كبيرة ويتم الغاز الحاصل في برج تخفيف مملوء بقطع من الجير الحبي (شكل ٧١) وسبب استعمال الجير هنا أن غاز النوشادر يتحد بكلورور الكلسيوم وحامض الكبريتيك ومن حيث انه أخف من الهواء

يمكن جمعه بالازاحة العلوية أو فوق الزيتى اذا أريد ذلك وإذا أريد الحصول على محلول هذا الغاز يفصل برج التجفيف عن الجهاز ويختر الغاز في الماء بواسطة أنبوبة وصل مستقيمة ويرى أثناء التدوير أن تقايع الغاز تمتص عن آخرها فإذا شوهت تمزبدون تغير أمكن اعتبار المحلول مشبعا .

خواص غاز النوشادر الطبيعية — النوشادر غاز شفاف عديم اللون كثافته أقل من نصف كثافة الهواء ويمكن تحويله الى سائل في درجات الحرارة الاعتيادية بتأثير الضغط فقط أو بتبريده الى -34° مئوية فإذا زيد في تبريده يتحول الى جسم صلب أبيض وهذا الغاز قابل جدا للتدوير في الماء فان كل ١ سم^٣ من الماء يذيب ١١٤٨ سم^٢ منه في درجة الصفر المئوى ومحلوله المشبع أقل كثافة من الماء فكل ١ سم^٣ منه يعادل ٠.٨٨ من الجرام .

خواص النوشادر الكيميائية — إذا وضعت شمعة رقيقة موقدة في غاز النوشادر فانها تطفئ حالا وإذا قربت من فوهة اناء مملوء منه احترق الغاز أثناء تسخينه بهذا اللهب ولكن لا يستمر احتراقه اذا أزيل اللهب وإذا مر تيار من الأكسجين في محلول النوشادر المشبع كان الغاز الخارج مزيجاً من النوشادر والأكسجين يحترق بسهولة اذا أشعل وليس للنوشادر الجاف تأثير في عباد الشمس ولكن خواصه رطبا أو محلولاً قلوية قوية ومحلوله يؤثر في الحوامض فيحدث فيها التعادل .

الأملاح المتكوّنة من النوشادر — إذا تعادل حامض الكلورديك مع محلول النوشادر وبخّر السائل على حمام الماء حصل جسم صلب أبيض بلورى لو مزج بحامض الكبريتيك المركز لتنج كلورور الأيدروجين ولو مزج محلوله بأزونات الفضة لتكوّن كلورور الفضة رأسياً أبيض (صفحة ١٥٨) أى أن خواصه إذن هي خواص كلورور وهو في الحقيقة يشابه كلورور الصوديوم أو البوتاسيوم ولكنه اذا سخن مع الجير صعد منه غاز النوشادر وبالفحص يرى أن هذا الجسم الصلب مطابق للمادة التي سميناها حتى الآن بلعج النوشادر وإذا تعادل حامض الكبريتيك بمحلول النوشادر نشأ ملح يشابه الكبريتات الأخرى وهكذا يتبع من تعادل حامض الأزوتيك بهذا المحلول أزونات ومن تعادل حامض الخليك يتبع خلاط والواقع أن تأثير محلول النوشادر في الماء يشابه تأثير محلول ادر كسيد قلوى وأن الأملاح المتكوّنة من محلول النوشادر تشابه أملاح البوتاسيوم والصوديوم وتعرف بأملاح الأنيوم كأنها مكوّنة

من ادر كسيد فلزي يسمى (الأمنيوم) وهذا الغاز لا وجود له ولكن فعل محلول النوشادر في الماء يظهر في أحوال كثيرة كأنه يحتوي على ادر كسيد هذا الغاز الموهوم فلح النوشادر لهذا يسمى بكلورور الأمنيوم .

اتحاد النوشادر بكلورور الأيدروجين — يتحد غاز النوشادر مباشرة بكلورور الأيدروجين وليسان ذلك يملاء خبيران متساويان في الحجم أحدهما بالنوشادر والآخر بكلورور الأيدروجين فوق الزئبق ثم يمزج الغازان فتحدث سخابة من بخار أبيض يستقر على الجوانب جسما أبيض ويتفاعل الغازان عن آخرهما أى أنهما يتحدان في هجوم متساوية ويكونان ملح كلورور الأمنيوم كما لو تفاعل محلولاهما فيمكن أن نقول :

حجم واحد من النوشادر + حجم واحد من كلورور الأيدروجين

= كلورور الأمنيوم (جسم صلب)

ولكون التاج جسما صلبا نراه لا يشغل شيئا يذكر من الفراغ بالنسبة لما يشغله الغازان وعلى نحو ما تقدم يتحد النوشادر مباشرة بثاني أكسيد الكربون مكونا جسما صلبا أبيض بعضه كربونات الأمنيوم .

أملاح الأمنيوم — نطأير أملاح الأمنيوم عند تسخينها وتتحلل على العموم الى النوشادر والحامض اللذين تكونت منهما فكلورور الأمنيوم مثلاً يتجزأ الى نوشادر وحامض الكلورودريك وكذا كربونات الأمنيوم يتجزأ الى نوشادر وثاني أكسيد الكربون ولا تحدث هذه التجزئة اذا كان الملح تام الخفاف واذا سخنت أملاح الأمنيوم بدرجة يعلو كاو خرج غاز النوشادر فلو استعمل الجير المطفأ كما سبق في تجهيز النوشادر من كلورور الأمنيوم (صفحة ١٧٦) فانه يدل على التفاعل هكذا :

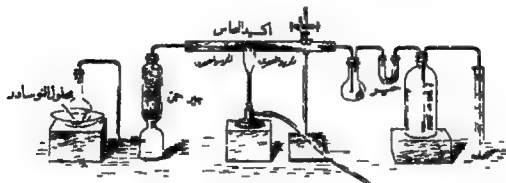
كلورور الأمنيوم + ادر كسيد الكلسيوم = كلورور الكلسيوم + ادر كسيد الأمنيوم
ومن حيث ان محلول النوشادر في الماء يتجزأ حالا بالتسخين الى نوشادر وماء فالتجبة التفاعل النهائية هي :

كلورور الكلسيوم وماء ونوشادر

ويمكن استخدام هذا التفاعل في تجهيز النوشادر من أى ملح من أملاح الأمنيوم هذا الى فائدته في كشف أملاح الأمنيوم في المحلولات وذلك بمزج المحلول بمحلول ادر كسيد الصوديوم وتسخين المخلوط حتى اذا صعد غاز النوشادر المعروف برائحته حكم بوجود ملح الأمنيوم .

(٥٢) تركيب النوشادر

أكسدة النوشادر - يمكن أكسدة النوشادر بإمراره على أكسيد النحاس المسخن في أنبوبة زجاج متينة ولتحصيل أنقحة هذا التغير يستعمل الجهاز المبين (شكل ٧٢) فبدلاً من دورق يحتوى على محلول مرمر من غاز النوشادر لإدقاء يسيراً ويخفف النوشادر الحاصل بإمراره على الجير الحي في برج تجفيف ثم يمر في أنبوبة تحتوى على أكسيد النحاس قد وصل بها دورق صغير فارغ وأنبوبة ذات شعبتين مشحونة بقطع من الصودا الكاوية أو الجير الحي ثم يمر الغاز في قنينة كبيرة مملوءة بمحلول الكبريتيك المخفف جداً قد ركبت عليها أنبوبة ممص مهيأة بحيث يطردها الحامض المخفف من القنينة بمجرد دخول الغاز فيها وفي أثناء إدقاء محلول النوشادر لإدقاء يسيراً لطرده الغاز منه يسخن أكسيد النحاس فيغير لون الأكسيد الأسود بعض الشيء في وقت قصير ويرى قطرات من سائل يتكاثف في الأنبوبة وفي دورق التحصيل ويدخل القنينة الكبيرة غاز عديم اللون فيمتص أكثره ببطء بواسطة الحامض المخفف دلالة على أنه نوشادر وصل إليها غير متغير ويبقى بعضه غير ممتص وهذا لا بد أن يحتوى على الأخص على نتائج التفاعل الحادث بين النوشادر وأكسيد النحاس كما يحتوى على شيء يسير من الهواء الذى كان يملأ الجهاز أولاً .



(شكل ٧٢) تعيين تركيب النوشادر

إذا برد الجهاز وفحصت أنقحة التفاعل يرى :

- (١) أن أكسيد النحاس اختزل إلى نحاس (راجع اختزال أكسيد النحاس بواسطة الأيدروجين "صفحة ٨٥") .
- (٢) وأن السائل الرائق المتكاثف في الدورق ماء .
- (٣) وأن الغاز الذى بالقنينة لا لون له ولا رائحة ولا يحترق كما أنه لا يساعد على الاحتراق ولا يؤثر في ماء الجير ولا على ورق عباد الشمس أى أنه الأزوت .

ومن حيث أنه قد تكون ماء في هذا التفاعل فالنوشادر يجب أن يتركب من الأيدروجين متحدا بالأزوت .

تركيب النوشادر بالوزن — يسهل تعيين وزن الأيدروجين والأزوت اللذين يتحدان فيكونان النوشادر وذلك بتغيير بسيط في التجربة السابقة فنوزن الأنبوبة المحتوية على أكسيد النحاس قبل التسخين وبعده وبذا يعلم وزن الأكسجين الذي اتحد فكون الماء ويوزن أيضا دورق التحصيل والأنابيب ذات الشعبتين المشحونة بالصودا وبذا يعين وزن الماء الذي تكون بالفعل ومن هاتين النتيجةين يعلم وزن الأيدروجين الذي اتحد بالأكسجين لأحداث الماء ثم يقاس حجم الحامض المخفف الذي خرج من القنينة الكبيرة ومنه يعلم حجم الأزوت وبمعرفة كثافته يحسب وزنه وبمراجعة النتائج المثبتة بعد تظهير طريقة الحساب جليا ويجب أن يتخذ شيء من الاحتياط في العمل فتؤخذ أنبوبة ثلاثة ذات شعبتين مملوءة بالصودا الكاوية وتوضع بين الأنبوبتين المتخذتين لامتصاص الماء وبين القنينة الكبيرة التي يجمع فيها الأزوت وفائدة هذه الأنبوبة منع بخار الماء الذي يجذب نحوها من القنينة الكبيرة من الدخول في أنبوبى الامتصاص وتغيير وزنها وعند الانتهاء من التجربة يجب تسخين الأنبوبة المحتوية على أكسيد النحاس باعتناء من أولها الى آخرها فخرج كل قطرة من ماء تكونت وتدخل الدورق والأنابيب كما يجب أثناء الوزن قبل البدء في التجربة وبعد الانتهاء منها أن تسد الأنبوبة المحتوية على أكسيد النحاس وكذا الدورق والأنابيب ذات الشعبتين إما بمقابس وإما بسدادات وهاك مثلا لما يمكن أن يحصل عليه من النتائج في تجربة كهذه .

وزن الأنبوبة وأكسيد النحاس قبل التجربة ... = ٣٥,٣٥٧ من الجرامات

» » » » » بعد ... = ٣٤,٣٥٩ »

∴ » الأكسجين المستعمل ... = ٠,٩٩٨ من الجرام

» الدورق والأنابيب ذات الشعبتين بعد التجربة = ٤١,٨٣١ من الجرامات

» » » » » قبل ... = ٤٠,٨٣٦ »

∴ » الماء المتكون ... = ١,٠٩٥ »

حجم الأزوت المتجمع في درجة حرارة ١٥° مئوية
تحت ضغط ٧٥٠ ملليمترًا ... = ٤٧٥,٧ سم^٣

∴ حجم الأزوت في درجة حرارة صفر مئوية تحت
ضغط ٧٦٠ ملليمترًا ... = ٤٤٥ سم^٣

- ولكن وزن اللتر من الأزوت في درجة حرارة صفر) $1,250 =$ من الجرامات تحت ضغط 760 مليمترا
٥. وزن 445 سم^٣ من الأزوت في درجة حرارة صفر) $0,006 =$ من الجرام تحت ضغط 760 مليمترا
- ثم ان وزن الأكسجين المستعمل $0,998 =$ من الجرام ولكن ٨ جرامات من الأكسجين تقصد بجرام واحد من الأيدروجين
٥. وزن الأيدروجين المؤكد $0,125 =$ من الجرام ولما كان وزن الماء المتكون $1,095 =$ من الجرامات وكان ٩ جرامات من الماء تحتوى على جرام واحد من الأيدروجين
٥. وزن الأيدروجين المؤكد $0,132 =$ من الجرام وبأخذ متوسط النتيجةين الأخيرتين .
- يرى أن وزن الأيدروجين المؤكد $0,134 =$ من الجرام
٥. $0,124$ من الجرام من الأيدروجين تقصد بـ $0,006$ من الجرام من الأزوت لتكون $0,676$ من الجرام من النواذر .
٥. جرام واحد من الأيدروجين يقصد بـ $4,48$ من الجرامات من الأزوت ليكون $0,48$ من الجرامات من النواذر .
- ويستنتج من أدق التجارب انى أجريت أن وزن الأزوت المكافئ يساوى $4,633$

أسئلة على الباب التاسع عشر

- (١) اشرح تجهيز النواذر واذكر خواصه الكيميائية وبين هل يصح القول أن النواذر قلوى .
- (٢) ما النتائج الحاصل من مزج غاز النواذر بثانى أكسيد الكربون اذا وجد قليل من الماء معها والى أى نوع من أنواع المركبات يتنسب هذا النتائج ؟
- (٣) كيف تبهن على أن غاز النواذر مركب من الأيدروجين والأزوت وليس مزيجاً منهما ؟
- (٤) اشرح كيف تحصل من النواذر على نموذج من كل من العنصرين اللذين يتركب منهما .

- (٥) كيف يعين تركيب النوشادر بالوزن ؟ اشرح الطريقة المستعملة في ذلك شرحا مفصلا .
- (٦) كيف يجهز ملح من النوشادر ؟ وكيف يحصل على النوشادر من هذا الملح ؟
- (٧) ما تعرفه عن اتحاد النوشادر بكلورور الأيدروجين وما يحدث اذا كان التاج الصلب : (أ) يستخن وحده (ب) يستخن مع الجير المطلق ؟
- (٨) اشرح الخواص الشهيرة للنوشادر ومحلول النوشادر وبين نتيجة تسخين المحلول .

تمارين عملية

- (١) أمر النوشادر على أكسيد النحاس الأسود المسخن وحقق طبيعة أنجبة ثلاثة : جسم صلب وسائل وغاز .
- (٢) جهز ملحاً من تفاعل محلول النوشادر وحامض الأزوتيك المخفف وسخن محلولاً من هذا الملح مع محلول آخر من الصودا الكاوية وبين نوع الغاز الحاصل .
- (٣) اخلط حجمين متساويين من النوشادر وثاني أكسيد الكربون خلطاً جيداً وعند ما يركد التاج الصلب انظر هل يبقى مقدار كبير من أحد الغازين لم يتغير والحصل تفاعلات الجسم الصلب (أ) مع الحوامض (ب) مع محلول الصودا الكاوية .

الباب العشرون - حامض الأزوتيك والأزوتات

(٥٣) ملح البارود وحامض الأزوتيك

تحضير : يجب تناول حامض الأزوتيك بالاحتراص والى غاية لاه يحرق الجلد والملابس .

تدريب ١٠٥ - خواص ملح البارود .

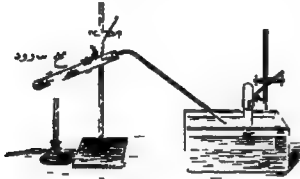
- (أ) الحصل شيئاً من بلورات ملح البارود بواسطة عدسة ولاحظ مظهر بلوراته الصغرية النامية على زجاجة ساعة وذق قطعة صغيرة منه ثم ارجع الى تدريب ٩ (أ) وبين هل ملح البارود قابل للذوبان في الماء ثم قل الى أى قسم من المواد ينسب هذا الملح .

(ب) ضع بلورات من ملح البارود في أنبوبة اختبار وسخنها تسخيناً هيناً رافعاً درجة الحرارة تدريجياً ملاحظاً ما يحدث بالدقة . هل يمكن تقطير السائل الحاصل ؟

(د) خذ كمية صغيرة من ملح البارود واصهرها في بودقة ثم ارم فيها قطعا صغيرة من فم الخشب والكبريت ولاحظ ما يحدث .

(هـ) اغمس ورقة تشيف في محلول ملح البارود المشيع ثم جففها وأوقد أحد أطرافها وبن تأثير ملح البارود في احتراقها .

(هـ) خذ أنبوبة زجاج متينة لها سداد محكم تنفذ منه أنبوبة وصل كما هو مبين (شكل ٧٣) ثم املاها بنورج الأنبوبة بملح البارود وسمنها وأجمع الغاز الحاصل في أنابيب اختبار واسعة فوق



(شكل ٧٣)

جمع الغاز المتكون من تسخين ملح البارود

الماء وضع في إحدى هذه الأنابيب قشرة خشب متوهجة وفي أخرى قطعة من الخشب عليها كبريت محترق وبما يحدث في كل من هاتين الحالتين عين خواص الغاز الناتج فإذا انقطع خروج الغاز فدمح الأنبوبة ببرد ولاحظ مظهر المادة الباقية فيها .

(و) قارن نتيجة إضافة حامض الكلورديك المخفف الى ملح البارود بنتيجة إضافته الى الجسم الصلب الباقي بعد تسخين هذا الملح . ما هو الدليل على اختلاف هاتين المادتين ؟

(ز) ضع قليلا من ملح البارود في أنبوبة اختبار واعمره بحامض الكبريتيك المركب ثم سمفنه ولاحظ أثناء التسخين مظهر جوانب الأنبوبة على الأخص وانسرح خواص المادة أثناء التسخين .

تدريب ١٠٦ — حامض الازوتيك .

(أ) جهاز السائل الذي رأيت تكوّنهُ بتدريب ١٠٥ (ح) بالطريقة الآتية وذلك بَن تضع في معوجة جافة نحو ١٥ جراما من مسحوق ملح البارود وتدخل في فوهتها قمعا على شكل زهرة الحسك وتسكب فيه من حامض الكبريتيك المركب ما يكفي لغمر الملح ثم ترفع القمع وترجع السداد مكانه وتسخن المخلوط على حمام رمل

جامعا السائل المتكون في دورق صغير يقي باردا بواسطة الماء وعند ما تظهر بلورات حل جوانب الموجة أطفئ اللهب وخذ الدورق المحتوي على السائل ثم اسكب ما في الموجة في صحن بخر فيه ماء .

(ب) لاحظ مظهر ما تجمع من السائل وشم البخار الصاعد ثم سخن قليلا منه في أنبوبة اختبار وشم البخار الصاعد أيضا مع الحذر ثم لاحظ تأثير هذا السائل في عباد الشمس وقارنه بحامض الأزوتيك الذي سبق فحصه بتدريب (٢٨) .

(ج) ضع في كل من ثلاث أنابيب اختبار فيها قليل من السائل قطعا من الخارصين والحديد والنحاس ولاحظ ما يحدث للفلز في كل حالة ثم اشرح مظهر الفلز المتكون . هل هو أبدرجين ؟ فارق بين هذه النتائج وبين ما يحدث عند إذابة حامض الأزوتيك لكل من هذه الفلزات .

تدريب ١٠٧ — تأثير الحرارة في حامض الأزوتيك .

(١) أعد (شبكة) من الصغار كما ترى في (شكل ٧٤) وسخن الساق تسخيناً شديداً في وسطها واسكب في مستودع الشبك حامض الأزوتيك المركز ببطء من قمع تفتيط ثم اجمع الشايج في دورق جاف ولاحظ بالدقة ما يتكون من المواد .



(شكل ٧٤)

تأثير الحرارة في حامض الأزوتيك

(ب) أزرع الدورق وضع طرف ساق (الشبكة) في الماء واستقر في تسخينه جامعا الغاز الحاصل في أنابيب اختبار فوق الماء فاحصا له كما هو مبين بتدريب ١٠٥ (هـ) ومن ذلك بين طبيعته .

ملح البارود — يوجد كثير من هذه المادة البلورية البيضاء في أترار بلاد المنطقة الحارة كالهند وتحدث من تعفن بقايا الحيوانات ويحصل عليه صلبا بغسل الترى بالماء ورشح المحلول وبخره وهو قابل للذوبان بعض القبول في الماء الساخن ولكن ذوبانه في الماء البارد أقل كثيرا . تدريب ٩ (١) .

تأثير الحرارة في ملح البارود — إذا سخنت بلورات ملح البارود في أنبوبة اختبار يرى أولا أنها تتكسر مقرعة فرقعات يسيرة وإذا رفعت درجة الحرارة تنصهر

ويظهر أنها تغلي ولكن لا يتكاثف سائل على جوانب الأنبوبة كما يحدث لو تكون الماء أو سائل آخر والحقيقة أن الغليان الظاهر ناشئ من حدوث غاز يمكن جمعه فوق الماء في أنابيب اختبار بواسطة أنبوبة وصل (شكل ٧٣) ويرى أنه عديم اللون غير قابل جداً للذوبان في الماء كما هو ظاهر وإذا أدخل فيه عود كبريت مشعل اشتد لهبه ولو وضعت فيه قطعة خشب رقيقة متوجهة للتهب التهايا والغاز الوحيد الذي تعرف فيه هذه الخواص هو الأكسجين فإذا أقطع تكوّن الأكسجين وترك الملح الساخن يبرد يرى أنه يتحول إلى جسم صلب ثانياً فلح البارود يتفصل بالحرارة إلى أكسجين وجسم صلب لو وضع في حامض الكلورودريك صعدت أبخرة سمراء وهو ما لانشاهده عند وضع ملح البارود في هذا الحامض أى أن هذا الجسم الصلب ليس ملح البارود .

استعمال ملح البارود مؤكسداً — إذا وضع في ملح البارود المنصهر قطع صغيرة من مادة سهلة الاحتراق كالكربون حدث تفاعل قوى ربما أدى إلى اشتعال هذه المادة واحتراقها وإذا استعمل هنا الكربون فإن الغاز الصاعد يحتوي على ثاني أكسيد الكربون وظاهر أن أكسجين ملح البارود يتركه ويؤثر في المواد السهلة التأكسد .

تسخين ملح البارود مع حامض الكبريتيك المركز — عند تسخين ملح البارود مع حامض الكبريتيك المركز في أنبوبة اختبار تصعد أبخرة تيل إلى السمرة وتكاثف على الجوانب الباردة للأنبوبة وهذه الأبخرة رائحة حامضية غريبة ولمعرفة خواصها يحسن تجهيز كمية وافرة منها .

تجهيز حامض الأزوتيك — يوضع ٢٥ جراماً من ملح البارود في معوجة ذات سداد ويفرم بحامض الكبريتيك المركز ثم تثبت المعوجة فوق حمام الرمل بحيث تنفذ رقيتها في دورق صغير إلى أبعد ما يمكن (شكل ٧٥) ثم يسخن المخلوط ويبرد الدورق بتيار من الماء أو بورقة رشح تكون رطبة دائماً ويشاهد أنه يتكاثف في الدورق سائل يميل إلى السمرة وهو قوى الحموضة حتى لو وضعت فيه قطع من النحاس أو الحديد



(شكل ٧٥)
تجهيز حامض الأزوتيك

لذا ثبت بسرعة مع صعود أبخرة سمراء ولو وضعت منه قطرة على القماش أو الورق حدثت بقعة صفراء تتحول مع وجود الحامض إلى تهب بعد قليل وهذه من خواص حامض الأزوتيك الذي فحصناه بتدريب (٢٨) .

حامض الأزوتيك — حامض الأزوتيك المجهز بالطريقة التي ذكرناها سائل متلف جدا فيجب تناوله بالاحتياط وهو يتحمل التسخين الشديد فتحدث منه أبخرة حمراء قائمة تشابه الأبخرة التي تصعد من تأثيره في النحاس ويمكن تجهيز هذه الأبخرة بتثبيت (شبكة) من العوار طول الساق كافي (شكل ٧٤) وتسخن الساق تسخيناً شديداً أثناء مرور حامض الأزوتيك المركز القاطر ببطء من قمع تنقيط في مستودع (الشبكة) وإذا تحول جمع الغاز فوق الماء فان الغاز المحمر القاتم يذوب ولا يجمع إلا غاز عديم اللون يرى بعد فحصه أنه الأكسجين وسنبحث عن خواص هذه الأبخرة الحمراء القائمة فيما يلي .

يتنا أن الحوامض في بابها تحتوي على الأيدروجين الذي يمكن أن يحل محله فلز كالنارصين إذا اختلطا ولكن لا يحدث مثل ذلك إذا سكب حامض الأزوتيك على فلز كالنارصين فبدلاً من صعود الأيدروجين تنشأ غازات أخرى مخالفة له بداهة فهنا نتساءل: (١) هل يحتوي حامض الأزوتيك على الأيدروجين أم هو مخالف من هذه الوجهة لغيره من الحوامض التي فحصناها ؟ (٢) وما الغازات التي تحدث من تأثير الغازات في حامض الأزوتيك ؟

ويمكن الآن أن نبدأ بالبحث في تأثيرات هذا الحامض ثم نرجع الى موضوع تركيبه .

(٥٤) تأثيرات حامض الأزوتيك

تحذير : يجب اجراء التجارب التي يستعمل فيها حامض الأزوتيك المركز في خزانة البحار .

تدريب ١٠٨ — قوة حامض الأزوتيك في أكسدة المواد .

(أ) سخن كمية صغيرة من النشارة على لوح من الحديد (يمكن استخدام حمام الرمل لهذا الغرض) وقطع على النشارة الدفقة قطرات قليلة من حامض الأزوتيك المركز ولاحظ ما يحدث لها ثم صف الغاز الحاصل في هذا التفاعل .

(ب) جهز أكسيد النارصين والقصدير بإدقاء الفلزين مع حامض الأزوتيك المركز بإدقاء يسيراً ثم تسخينهما تسخيناً شديداً بمحزود انقطاع ظهور الأبخرة . إخلاء مابقى من السائل حتى يخبر ثم افحص الأكسيدين الحاصلين .

تدريب ١٠٩ — الأملاح الناشئة من حامض الأزوتيك .

(١) أضف بالتدريج الى حامض الأزوتيك المخفف محلولاً مخففاً من البوتاسا الكاوية حتى يتعادل المحلول ولإدراك التعادل يفحص المحلول بأخذ قطرات منه على طرف قضيب من الزجاج ووضعها على ورق عباد الشمس ثم يخفف السائل حتى يخف ويقارن بين الجسم الصلب الحاصل وبين ملح البارود تدريب ١٠٥ (١) ٦ (ب) ٦ (ج) .

(ب) أضف محلول النوشادر الى حامض الأزوتيك المخفف حتى تصير رائحة السائل تناديرية قوية ثم يخفف السائل بلهب ضئيل أولاً ثم بمحلم البخار المائى وبعد أن يخف الجسم الصلب الحاصل الغصه واحتفظ بجزء منه لاستعماله فى تدريب ١١٥ (١) .

(ج) أذنب قطعاً صغيرة من الرصاص فى حامض الأزوتيك المخفف وصف الغاز الحاصل ثم يخفف المحلول حتى ينقص حجمه ويترك ليتبلور وتجفف البلورات بوضعها على ورقة تنشيف فى مجرة كاملة . عين تأثير الحرارة فى هذه البلورات وأمر ما يخرج منها من الغاز بالتسخين فى الماء وإذ كدليلك على أنه قد تكون هازان مختلفان وقارن خواص الغاز غير القابل للنوبان بخواص الأكسجين وكذا بين المادة الباقية بعد تسخين البلورات وبين اللتارج .

(د) جهز بطريقة مشابهة لهذه بلورات أزوتات النحاس وذلك بأن تثيب غروط (نحراطة) النحاس فى حامض الأزوتيك المخفف . الغصن تأثير تسخين هذه البلورات .

تجهيز أملاح حامض الأزوتيك — يمكن إحداث التعادل فى حامض الأزوتيك



(شكل ٧٦)

بلورات ملح البارود كما ترى بالمركوب

بمحلولات القلويات الكاوية أو بالكربونات وينشأ من ذلك أملاح تسمى بالأزوتانات ويرى بفحص أزوتات البوتاسيوم (ذلك الملح الذى يحصل من حامض الأزوتيك مع ادركسيد البوتاسيوم) غصفاً دقيقاً أن شكله البلورى (شكل ٧٦) وقابلية ذوبانه وباقى خواصه الطبيعية تطابق تماماً خواص ملح البارود (صفحة ١٨٤) هذا الى أنه اذا سخن يخرج منه الأكسجين فله البارود هو أزوتات البوتاسيوم .

أزوتات الصوديوم — هذا الملح يشابه أزوتات البوتاسيوم مشابهة عظيمة وهو مشهور باسم ملح بارود شيلي لوجود كثير منه في ذلك القطر وإذا أذيب أكسيد النحاس في حامض الأزوتيك ونجر المحلول حصلت بلورات زرقاء من أزوتات النحاس ويرى أن المحلول الذي حدث من تأثير حامض الأزوتيك في النحاس أزرق وبالبخر يحصل منه على بلورات زرقاء تطابق البلورات الناتجة من إذابة أكسيد النحاس أى أنه يحصل على أزوتات النحاس بكل من هاتين الطريقتين وكلتاها تستعمل في تجهيز أزوتات فلزات أخرى كالرصاص .

وكذلك يمكن إذابة كربونات أى فلز من الفلزات في حامض الأزوتيك وينشأ من ذلك الأزوتات المناظرة وثاني أكسيد الكربون .

استعمال حامض الأزوتيك مؤكسداً — ينتج حامض الأزوتيك المركز مع بعض الفلزات الأخرى نتيجة مخالفة تماماً لما سبق فمثلاً عند غمر القصدير بهذا الحامض المركز تصعد سحب من غاز أسمر ويبقى جسم صلب أبيض غير قابل للذوبان في الحامض يمكن تخليصه منه بفصله بالماء الذي لا يذيبه وإذا جفف مع الحذر حتى ذهب عنه الماء ثم سخن في أنبوبة اختبار نشأ ماء وبقي جسم صلب تراه أصفر وهو ساخن أبيض وهو بارد وهو أكسيد القصدير وظاهر أنه كان قبل تسخينه متحداً بتصلبي الماء وتنتج تأثير حامض الأزوتيك في القصدير في الحقيقة هو أدر كسيد هذا الفلز وإذا قطر حامض الأزوتيك المركز على اللشارة السخنة تصير فخماً وربما التهب وتصعد منها أشلاء ذلك سحب غازية سمراء فحامض الأزوتيك المركز هو مؤكسد قوى وإذا أعطى أوكسجينه للواد الأخرى اختزل محدثاً هذا الغاز الأسمر على العموم ويمكن أكسدة فحم الخشب بحامض الأزوتيك المركز الساخن فيكون ثاني أكسيد الكربون أحد أنتاجة التفاعل وتتكون أيضاً سحب من الأبخرة السمراء .

تركيب حامض الأزوتيك — يظهر من هذه الأمثلة في قوة حامض الأزوتيك في أكسدة المواد أنه يحتوي على مقدار عظيم من الأكسجين الذي يعطيه للواد الأخرى بسهولة وإذا سخن هذا الحامض تسخيناً شديداً فإنه يحدث أكسجيناً وأبخرة سمراء وبالفحص الدقيق يرى أيضاً أن الماء يتكون في هذا التحليل وكذلك إذا أمر شرر كهربائي في مخلوط من الأكسجين والأزوت محصور فوق الماء حصل حامض

الأزوتيك وظاهر إذ أن هذا الحامض يحتوى على مقدار عظيم من الأكسجين وأنه يحتوى أيضا على الأيدروجين كما يظهر من التجريبتين الأخيرتين وإذا كان كذلك فلماذا لا يظهر الأيدروجين عند ما يذوب فلز في هذا الحامض ؟ أن خواصه المؤكسدة القوية تفسر هذه الحقيقة إذ لو تكون شيء من الأيدروجين لتأكسد إلى ماء في الحال أثناء مروره في الحامض وقد يبقى قليل من الأيدروجين من غير أن أكسد عند إذابة بعض الفلزات كالمغنسيوم في حامض الأزوتيك المخفف جدا .

ومع بعض الفلزات ينتج من التفاعل النواذر الذي يتفاعل في الحال مع حامض الأزوتيك مكونا الملح الذى هو أزوتات الأمنيوم الممكن عزله عن السائل ولا شك أن حدوث النواذر يدل على طبيعة العنصر الثالث الذى في حامض الأزوتيك لأن النواذر من مركبات الأزوت ولأن المصدر الوحيد الذى يأتى منه الأزوت هو حامض الأزوتيك لحامض الأزوتيك يحتوى على الأزوت وقد أثبت هذه الحقيقة "كفندش" (Cavendish) الذى أصر شرارات في آلة كهربائية من مخلوط من الأكسجين والأزوت وقد حصر فوق محلول البوتاس الكاوية فأظهر بذلك أن الغاز قل في الحجم وأن ملح البارود (أزوتات البوتاسيوم) تكون في المحلول .

وفي جميع الحالات التى يكون فيها حامض الأزوتيك مؤكسدا أو مذبذبا لفلزات ينشأ غاز أسمر لو أصر على مخروط (نخاعة) النحاس المسخن لتحول النحاس إلى أكسيد الأسود ويبقى غاز عديم اللون يمكن إثبات أنه الأزوت والغاز الأسمر هو في الحقيقة أكسيد أزوت .

أكسيد الأزوت + نحاس = أكسيد النحاس + الأزوت

لحامض الأزوتيك هو مركب أيدروجين وأكسجين وأزوت وإذا ذاب فيه فلز كالنحاسين حل الفلز على الأيدروجين وتكون الملح الذى هو أزوتات النحاسين واختزل الأيدروجين بعض حامض الأزوتيك الذى يتجزأ بذلك إلى ماء وأكسيد أزوت وتحصل الأزوتات سواء أذاب هذا الحامض فلزا أو تعادل بقاعدة فإن الأيدروجين في كلتا الحالتين يحل محله الفلز لحامض الأزوتيك هو إذن أزوتات أيدروجين ويمكن التعبير عن تعادل حامض الأزوتيك بأدركسيد البوتاسيوم هكذا :

أزوتات الأيدروجين + أدركسيد البوتاسيوم = أزوتات البوتاسيوم + أكسيد الأيدروجين (الماء)

تأثير الحرارة في الأزوتات — يحدث الأكسجين من تأثير الحرارة في أزوتات البوتاسيوم (صفحة ١٨٤) ويبقى في الأنبوبة بعد أن تبرد جسم صلب بلورى يختلف في كثير من الوجوه عن ملح البارود قسائية ذوبانها وخواصها الطبيعية الأخرى متباينة هذا الى أنه يتفاعل مع الحوامض المخففة الباردة بخلاف أزوتات البوتاسيوم مكونا أكسيد الأزوت الأسمر ولا تؤثر الحوامض المخففة مثل هذا التأثير ولو سخنت في الأزوتات ويشابه هذا الملح الأزوتات في بعض الوجوه ولكنه يحتوى على مقدار من الأكسجين أقل مما في الأزوتات ولذا يسمى أزوتيت وهو ملح حامض الأزوتوز الذى يحتوى على أكسجين أقل مما يحتوى عليه حامض الأزوتيك .

وتؤثر الحرارة في أكثر الأزوتات الأخرى عذثة مخلوط أكسيد الأزوت الأسمر (صفحة ١٩٣) والأكسجين فعند تسخين أزوتات النحاس مثلا تنشأ أبخرة سمراء لو أمرت في الماء لذاب أكسيد الأزوت ولأمكن جمع غاز عديم اللون تسهل البرهنة على أنه الأكسجين وكذلك يمكن إثبات أن الناتج الصلب الباقي بعد التسخين هو أكسيد النحاس الأسود ويتكون هذان الغازان أيضا عند تسخين أزوتات الرصاص ويبقى اللتارج يستخدم هذا التفاعل في بعض الأحيان في تجهيز أكسيد الأزوت .

أسئلة على الباب العشرين

- (١) ما تأثير حامض الأزوتيك : (أ) في القصدير (ب) في النحاس (ج) في الزخام (د) في الصودا الكاوية ؟ أذكر خواص النتيجة في كل حالة .
- (٢) اشرح بالدقة تأثير الحرارة : (أ) في ملح البارود (ب) في أزوتات الرصاص (ج) في حامض الأزوتيك المركز .
- (٣) أذكر العناصر التى يتركب منها حامض الأزوتيك و اشرح تجارب تبرهن بها على الإجابة .
- (٤) اشرح تجربتين على الأقل للبرهنة على أن حامض الأزوتيك مؤكسد قوى .
- (٥) كيف تجهز من أزوتات الرصاص نماذج من الرصاص وحامض الأزوتيك والنوشادر ؟
- (٦) اشرح ما يحدث إذا أذيب : (أ) اللتارج (ب) صودا الفسيل في حامض الأزوتيك ثم بخر كل من المحلولين حتى جف ويصحن الجسم الصلب الباقي تسخيناً شديداً .

(٧) اشرح نتيجة تسخين كل من : (١) أزوتات الصوديوم (ب) أزوتات النحاس (ج) أزوتات الأمونيوم وبين في كل حالة ما يحدث من إضافة حامض الكبريتيك المخفف الدفئ الى الجسم الصلب المختلف بعد التسخين ان كان ثم جسم صلب مختلف .

(٨) اشرح تجارب تدل على أن ملح البارود مؤكسد .

(٩) كيف تجهز ملحا من أملاح حامض الأزوتيك وكيف تحصل من الملح على الحامض ثانيا ؟

(١٠) إذا أعطيت كربونات الصوديوم وحامض الأزوتيك فبين كيف تحصل على غازين مختلفين وعلى جسمين صلبين مختلفين أيضا وشرح خواص هذه الأنظمة الأربعة .

(١١) ارسم الجهاز الذى يحتاج اليه في تجهيز حامض الأزوتيك من ملح البارود مع زيت الزاج وشرح ما يحدث من التغير .

(١٢) ما التجارب التى تعملها للبرهنة على أن حامض الأزوتيك يحتوى على الأزوت ؟ صف الجهاز الذى تحتاج اليه في تجاربك هذه ؟

(١٣) ما التأكسد ؟ وضع الاجابة بالرجوع الى التجارب التى عملتها في حامض الأزوتيك والكلور .

(١٤) ما الخواص المشتركة بين جميع الحوامض ؟ ومع الجواب بالرجوع الى السائل الذى حصل من تقطير ملح البارود العادى مع حامض الكبريتيك .

(١٥) اشرح بالايجاز كيف يمكن الحصول على الأزوت من كل من المواد الآتية : (١) الهواء (ب) النوشادر (ج) حامض الأزوتيك . ما الطريقة التى تختارها اذا أردت الحصول على الأزوت النقي ؟ أذكر أسباب هذا الاختيار .

تمارين عملية

(١) جهز ملحا بإضافة أكسيد النحاس الأسود في حامض الأزوتيك وقارن هذا الملح بالجسم الصلب الحاصل من بخر محلول كربونات النحاس في حامض الأزوتيك .

(٢) بين تأثير تسخين أزوتات النحاس .

(٣) ابحث عن تأثير تسخين أزوتات الرصاص مع حامض الكبريتيك المركز (١) وحدهما (ب) مع قطع صغيرة من النحاس .

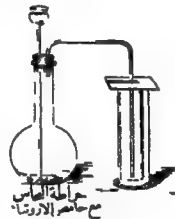
الباب الحادى والعشرون - أكسيد الأزوت

(٥٥) أكسيد الأزوت الأسمر

تدريب ١١٠ - تأثير حامض الأزوتيك فى النحاس - ضع شيئاً من مخروط (نراطة) النحاس فى أنبوبة اختبار ثم اغمره (المخروط) بحامض الأزوتيك المركز ولاحظ خواص الغاز الصاعد ولون السائل بعد أن يذوب النحاس .

تدريب ١١١ - تجهيز أكسيد الأزوت الأسمر .

(١) أعد الجهاز المبين (بشكل ٧٧) وضع فى الدورق نحو ٢٠ جراماً من مخروط النحاس واسكب عليه كمية من حامض الأزوتيك المخفف بما يساوى نصف حجمه من الماء بشرط أن تكون كافية لغمس النهاية السفلى للقمع الذى على شكل زهرة المحسك ثم اجمع الغاز فى مخاير بالإزاحة السفلية وإذا اشتد التفاعل وتكون الغاز بسرعة عظيمة فبرد الدورق بوضعه فى الماء واملأ ستة مخاير من الغاز ثم ضع طرف أنبوبة الوصل تحت سطح الماء ولاحظ ما يحدث جامعاً ما يحصل من الغاز .



(شكل ٧٧)
تجهيز أكسيد الأزوت الأسمر

تدريب ١١٢ - خواص أكسيد الأزوت الأسمر .

(أ) نكس فوهة أحد الأواني المملوءة بالغاز فى الماء ولاحظ ما يحدث ثم عيّن تأثير الماء الذى دخل الأنبة فى ورق عباد الشمس .

(ب) اشرح ما حدث عند إمرار الغاز فى الماء بتدريب ١١١ (أ) . هل جمع غاز ما ؟ وإذا كان كذلك فهل هذا الغاز هو أكسيد الأزوت الأسمر ؟

(ج) هل تبقى المواد الآتية محترقة فى هذا الغاز الأسمر : شمعة وفتيلة وشريط من المغنسيوم وقطعة من الكبريت والفسفور ؟ وعند تمام الاحتراق فى كل الحصى

المادة الحادثة سواء كانت جمعا صلبا أو سائلا أو غازا ويجب فى الفسفور والمغنسيوم تغطية الاناء بعد الاحتراق حتى يركد البخار ثم يعين الغاز الباقى فى الاناء .

نتاج النحاس مع حامض الأزوتيك المركز — إذا وضعت قطع قليلة من النحاس فى أنبوبة اختبار وغمرت بحامض الأزوتيك المركز فإن التفاعل يكون قويا ويصعد غاز أسمر يميل الى الحمرة وإذا كان لأنبوبة الاختبار سداد محكم من الفلين تنفذ منه أنبوبة وصل ثم أمر الغاز الحاصل فى الماء فإنه يذوب بسهولة ويكون المحلول حامضيا كما يظهر بالفحص بورق عباد الشمس وإذا جهز من الغاز مقدار وافر واستعمل دورق بدل أنبوبة الاختبار أمكن ملء دورق معلوم الوزن بسهولة بالطريقة الميينة (شكل ٢٢) فهذا يمكن معرفة وزن الغاز الذى يملأ هذا الدورق وحجمه (كما هو مبين بصفحة ٣٤) ومنهما تعرف الكثافة التى تساوى ٣ جرامات تقريبا فى كل لتر إذا اعتبر أن اللتر وحدة المقياس فهذا الغاز أ كثف من الهواء كثيرا ويمكن جمعه بالازاحة السفلية (شكل ٧٧) ويرى أن المواد الملتبئة تكاد تحترق فى الغازات المملوءة بهذا الغاز كما تحترق فى الهواء .

احتراق الفسفور فى أكسيد الأزوت الأسمر — يمكن إدخال الفسفور الملتبئ فى قنينة مملوءة بهذا الغاز بملقعة احراق ينفذ ساقها فى سداد محكم من الفلين فتستفوه القنينة سدا تاما بعد إدخال الفسفور (شكل ٧٨) .



(شكل ٧٨)

يذوب بسهولة فى الماء محدثا محلولاً حامضيا فيظهر من هذه احراق الفسفور أكسيد الأزوت الأسمر التجربة :

(١) أن احتراق الفسفور فى الغاز الأسمر ينتج الأزوت .

(٢) أن الجسم الصلب الناتج أكسيد فسفور .

وبمثل هذا يحترق المغنسيوم في هذا الغاز الأسمر تاركا بخارا أبيض يتحول بعد التبريد الى جسم صلب يشابه أكسيد المغنسيوم .

ويحدث هذا الغاز الأحمر القاتم من إصرار شرر كهربائي في مخلوط من الأزوت والأكسجين .

وهذه النتيجة تحقق فكرة أن هذا الغاز هو أكسيد الأزوت وأن الفسفور أو المغنسيوم المحترق ينحدران بما في الأكسيد من الأكسجين ويتركان الأزوت وحده .

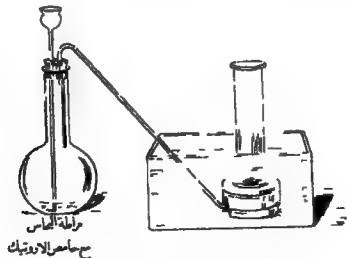
(٥٦) أكسيد الأزوتيك

تدريب ١١٣ - تأثير حامض الأزوتيك المخفف في النحاس - ضع في دورق قديمي كفا في (شكل ٧٩) نحو ٢٠ جراما من مخروط النحاس واغمرها بحامض الأزوتيك المخفف (نسبة ٢ من الحامض الى ٣ من الماء حجا) .

ويكون صعود الغاز أكثر انتظاما اذا غمر الغاز بمحلول أزوتات الصوديوم المشبع بدلا من حامض الأزوتيك ثم أضيف اليه حامض الكبريتيك المركز بجمع تنقيط كلما احتيج الى الغاز ويجمع الغاز ان الخارج فوق الماء ويلاحظ تنير لون الغاز في الدورق بالاستمرار في تجهيزه . مالون الغاز الذي يملأ الدورق نهائيا ويجمع في الأنايب ؟

تدريب ١١٤ - خواص أكسيد الأزوتيك .

(١) هل الغاز المجهز كما سبق قابل للذوبان في الماء الى حد يذكر ؟ قارن بينه وبين أكسيد الأزوت الأسمر من هذه الوجهة .



(شكل ٧٩) تجهيز أكسيد الأزوتيك

(ب) افتح أحد المخابير المملوءة بهذا الغاز حتى يختلط بالهواء . هل يمكن أن تذكر الآن لماذا صار الغاز ذا لون فى الدورق فى مبدأ تجهيزه ؟

(ج) أمر فى مخبار مملوء نصفه بهذا الغاز فقاقيع من الأكسجين واحدة أو اثنتين كل مرة . ولاحظ مظهر الغاز الحاصل عند إدخال كل فقاعة وبين هل هو قابل للذوبان فى الماء بأن ترجمه معه عقب كل إضافة للأكسجين ؟ ما التغير الحادث فى حجم الغاز ؟ استمر فى هذا العمل حتى تجد أن إضافة فقاعة أكسجين واحدة كافية لزيادة حجم الغاز على الدوام ثم اخفص الماء الذى ارتفع فى المخبار مستعملا عباد الشمس .

(د) هل تبقى المواد الآتية محترقة فى هذا الغاز وهى : شمعة رفيعة وفلقة حنظل متوهجة وقطعة من الكبريت وشريط من المغنسيوم وقطعة من الفسفور . عين ما يمكنك تعيينه مما يتعلق بالآتية الحاصلة فى كل حالة (ان كان هناك أتقية) ولاحظ ملاحظة خاصة طبيعة الغاز الباقى فى الآتية اذا ركبت الأنبجرة عند احتراق المغنسيوم والفسفور وبين ما تستنتج من ذلك للدلالة على تركيب الغاز الأصل .

(هـ) أذب بلورة من الزاج الأخضر فى أنبوبة اختبار مملوء نصفها بالماء وأمر فى المحلول قليلا من فقاقيع هذا الغاز ثم لاحظ التأثير الحادث .

الغاز الحاصل من النحاس مع حامض الأزوتيك المخفف — إذا أثر النحاس فى حامض الأزوتيك المخفف فخواص الغاز الحاصل مختلفة عن خواص أكسيد الأزوت الأسمرق فلو أمر فى الماء لظهر أن فقاقيعه تكاد تكون غير قابلة للذوبان وإذا جمع فى أنابيب فوق الماء بالطريقة المعتادة يرى أنه عديم اللون ولكن لو مزج الهواء لنشأت أنجرة سمراء مائلة الى الحمرة سهلة الذوبان فى الماء يمكن البرهنة على أنها تتركب من أكسيد الأزوت الذى سقى لخصه ولكن أى جزء من الهواء كان سببا فى وجود هذا الأكسيد الأسمرق ؟

الجواب سهل وذلك بأن تملأ أنبوبتان لمتصفهما بالغاز العديم اللون الحاصل من النحاس مع حامض الأزوتيك المخفف ثم يدخل فى إحدهما أزوت وفى الأخرى أكسجين فيرى أن الأنبجرة السمراء تتكون من مزج الغاز بالأكسجين وهذه الأنبجرة نفسها تذوب فى الماء عند رجها معه ويلاحظ أنه كلما أضيف الأكسجين ورج المزيج مع الماء يقل حجم الغاز فلو أضيف الأكسجين باعتناء خصوصا فى نهاية التجربة حيث

يؤخذ فقاعة فقاعة لأمكن أن يذهب الغاز عن آخره ويحول الغاز العديم اللون كله الى أكسيد الأزوت الأسمر .

خواص أكسيد الأزوتيك — عند فحص الغاز العديم اللون الناتج من النحاس وحمض الأزوتيك من حيث فعله مع المواد القابلة للاحتراق يرى أنه اذا لم تكن المادة محترقة احتراقاً شديداً حين ادخالها فيه فانها تنطفئ فكل الكربون والكبريت مثلاً لا يبقيان محترقين فيه بخلاف الفسفور المحترق المضيء فانه يبقى محترقاً فيه بسهولة فمن الممكن إحراق الفسفور في اناء مسدود مملوء بهذا الغاز واذا فحص ما يحصل ظهر الأزوت وأكسيد الفسفور وحمم الأزوت يساوى نصف حجم الغاز الأصلي .

وإذا أمر الغاز العديم اللون على النحاس المسخن تأكد ولا ينشأ من التفاعل إلا الأزوت فيكون هذا الغاز العديم اللون أكسيد أزوت .

وعند مزجه بالأكسجين يحصل الأكسيد الأسمر الذي يجب أن يكون أكسيدياً آخر يحتوي على الأكسجين بنسبة أعظم مما في الأول ويعرف الأكسيد العديم اللون بأكسيد الأزوتيك وأما الغاز الأسمر فيعرف بفوق أكسيد الأزوت (أكسيد فوق الأزوتيك أو ثاني أكسيد الأزوت) وتعمل كلمة (فوق) في العادة للدلالة على أكسيد أعلى أي أكسيد يحتوي على الأكسجين بنسبة أعظم مما في غيره .

فوق أكسيد الأزوت — هذا الأكسيد الذي يحصل من إذابة النحاس في حامض الأزوتيك المركز قد يحتوي على كمية صغيرة من أكسيد الأزوتيك واذا جهز بتسعين أزوتات النحاس (صفحة ١٩٠) فانه يكون ممتزجاً بالأكسجين واذا أمر هذا المزيج ببطء في أنبوبة ذات شعبتين محاطة بخلاط مبرد فان الأكسجين يتر فيها غير متغير في حين أن فوق أكسيد الأزوت يتكاثف متحولاً الى سائل أصفر يصير بزيادة التبريد جسماً صلباً عديم اللون واذا سخن فوق أكسيد الأزوت السائل تسخيناً يسيراً على محضنا غازاً أصفر يتحول اذا رفعت درجة حرارته الى غاز أسمر تزيد سمته كلما اشتد حموه .

تفاعل فوق أكسيد الأزوت والماء — إذا أخذت أنبوبة مملوءة بفوق أكسيد الأزوت ورج ما فيها من الغاز بالماء الدفء قليلاً فان الغاز يقل في الحجم ويكون مابقى منه عديم اللون ولو أضيف الى هذا الغاز العديم اللون قواقع قليلة من الأكسجين

لتحول لونه أسمر ثانياً ولذاب جزء منه وظاهر أن فوق أكسيد الأزوت الأصيل قد تفاعل مع الماء بكيفية ما مكتوناً أكسيد الأزوتيك العديم اللون وهناك نتائج آخر لأنه إذا فحص الماء ظهر أنه يحتوى على حامض يمكن البرهنة على أنه حامض الأزوتيك وتعتبر البرهنة لكون الحامض محققاً ولكن يتعاده مع ادر كسيد البوتاسيوم وبخيره يرى أن الملح الناتج مطابق لأزوتات البوتاسيوم (صفحة ١٨٧) .

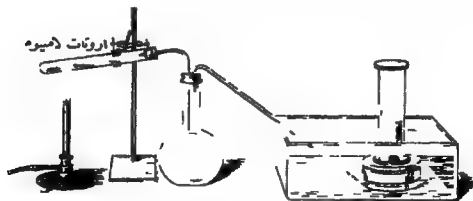
ف فوق أكسيد الأزوت يتفاعل مع الماء محدثاً حامض الأزوتيك وأكسيد الأزوتيك وهو يكون أيضاً مع الماء حامض الأزوتوز فى درجات الحرارة المنخفضة .

(٥٧) أكسيد الأزوتوز (أول أكسيد الأزوت)

تدريب ١١٥ — تأثير الحرارة فى أزوتات الأميوم .

(١) ضع المادة المجهزة فى تدريب ١٠٩ (ب) فى أنبوبة اختبار وحفظها مع الحذر ولاحظ ما يحدث .

(ب) لجمع الغاز الحادث عند تسخين أزوتات الأميوم أعد الجهاز المبين (شكل ٨٠) فضع فى أنبوبة اختبار كبيرة نحو ١٥ جراماً من أزوتات الأميوم وصلها بأنبوبة واسعة ذاهبة الى دورق صغير أو قنينة (أنظر الشكل) وبخرج من الدورق أنبوبة وصل واسعة تمتد تحت سطح الماء . اجمع الغاز الحاصل فوق الماء الساخن لأنه أقل ذوباناً فيه منه فى الماء البارد ثم سخن الأزوتات مع الحذر وأزل اللهب عند ابتداء صعود الغاز وأملا منه ستة مخاير .



(شكل ٨٠) تأثير الحرارة فى أزوتات الاميوم

تدريب ١١٦ — خواص أكسيد الأزوتوز .

(١) ضع في هذا الغاز قلقة خشب متوهجة . هل يحترق فيه بعض المواد القابلة للاحتراق بسهولة كشعلة رقيقة وشرط من المغنسيوم وقطعة من الكبريت والفسفور ؟

(ب) هل مزج أكسيد الأزوتوز بالأكسجين يكون فوق أكسيد الأزوت .

(ج) أمر في محلول الزاج الأخضر قفافيع من أكسيد الأزوتوز . هل تأثير هذا الغاز كثيراً أكسيد الأزوتيك تدريب ١١٤ (هـ) .

(د) أمر قفافيع قليلة من أكسيد الأزوتيك في أنبوبة مملوء نصفها بأكسيد الأزوتوز فإذا ظهر بخار من فوق أكسيد الأزوت الأحمر فأذبه في الماء برجه معه واحذر أن يتسرب الهواء إلى الأنبوبة ثم أضف قطرات أخرى من أكسيد الأزوتيك . هل مزج أكسيد الأزوتوز بأكسيد الأزوتيك ينتج فوق أكسيد الأزوت ؟ وهنا ينبغي ألا تنسى أن أكسيد الأزوتوز المجهز كما هو مبين بتدريب ١١٥ (ب) ربما كان مختزاً يجهز صغير في المائة من الهواء .

تجهيز أكسيد الأزوتوز — ينصهر أزوتات الأمونيوم بالتسخين ويخرج منه باشتداد غاز عديم اللون إذا مزج بالأكسجين لا تحصل الأبخرة السوداء أي أنه بالبداهة ليس أكسيد الأزوتيك ولا فوق أكسيد الأزوت ويصعب جمع هذا الغاز لأنه يذوب أثناء مروره في الماء ولكنه كثيف من الغازات أقل قابلية للذوبان في الماء الساخن منه في البارد ولذلك يمكن جمعه فوق الأول بدون أن يذوب كثير منه ويمكن تجهيزه بتسخين أزوتات الأمونيوم في أنبوبة اختبار تسخيناً يسيراً ومرار الغاز في دورق قبل جمعه وفي أثناء تجمعه في هذا الدورق يرى سائل يمكن البرهة على أنه الماء .

خواص أكسيد الأزوتوز — هذا الأكسيد أكثر مساعدة على الاحتراق من غيره من أكاسيد الأزوت بل ومن الهواء نفسه فلو وضعت فيه قطعة خشب متوهجة لانفجرت اشتعالاً وكذا يحترق فيه الكربون والكبريت والفسفور وغيرها من المواد احتراقاً شديداً يكاد يقرب من احتراقها في الأكسجين .

ويميز عن الأكسجين بكونه لا يحدث أبخرة فوق أكسيد الأزوت الحمراء عند مزجه بأكسيد الأزوتيك ويميز عن أكسيد الأزوتيك بمزجه بالأكسجين إذ لا يتحد به ولا يكون فوق أكسيد الأزوت وهو يختلف أيضاً عن أكسيد الأزوتيك وعن الأكسجين في كونه

يذوب بسهولة فى الماء البارد وهو مع ذلك لا يكون فى الماء مركبا وانما ذوبانه فيه مجرد تغير طبيعى ويذوب منه فى كل ١٠٠ سم^٣ من الماء فى درجة الصفر المئوى ١٣٠ سم^٣ ولكن فى درجة ١٥° يذوب منه ٧٨ سم^٣ وفى درجة ٢٥° لا يذوب منه إلا ٦٠ سم^٣ أى أن جمعه أسهل كثيرا فوق الماء الدفئ منه فوق الماء البارد .
ومع أن أكسيد الأزوتوز يساعد على الاحتراق لا يبقى على الحياة البشرية ولو تنفس ممترجا بمقدار عظيم من الهواء نشأ تقلص العضلات والضحك المشابه لضحك المستيريا وهذا سبب اسمه المألوف — غاز الضحك — ولكن لو تنفس منه مقدار عظيم لذهب الاحساس ونزل الموت ويستعمله حكام الاسنان للتخدير .

تركيب أكسيد الأزوتوز — إذا احترق الفسفور فى وطاء مسدود مملوء بأكسيد الأزوتوز (شكل ٧٨) حدث أكسيد الفسفور والأزوت أى أن هذا الغاز أكسيد أزوت ويلاحظ أيضا أن أكسيد الأزوتوز يحدث من اختزال أكسيد الأزوتيك بخلوط رطب من الكبريت وبرادة الحديد أى أنه إذا احتوى على الأكسجين بنسبة أقل منها فى أكسيد الأزوتيك وبيانا لهذا التمييز يسمى بأكسيد الأزوتوز فهو أقل أكاسيد الأزوت الثلاثة احتواء على الأكسجين ويبقى بعده أكسيد الأزوتيك ويفوق الاثنين فى ذلك فوق أكسيد الأزوت .

أسئلة على الباب الحادى والعشرين

- (١) كيف تجهز أكسيد الأزوتوز وكيف تميز تميزا عمليا بين أوانى تحتوى على :
(أ) أكسيد الأزوتوز (ب) أكسجين (ج) أكسيد الأزوتيك ؟
- (٢) إذا أعطيت اسطوانة مملوءة من أكسيد الأزوتيك فبين كيف تحول جميع الغاز الى حامض الأزوتيك .
- (٣) اشرح طريقتين لتجهيز أكسيد الأزوتيك وبين كيف تختزل هذا الغاز الى أزوت .
- (٤) كيف تجهز من أزوتات الأمنيوم كل ما يمكنك تجهيزه من المواد المختلفة ؟
- (٥) إذا أعطيت شيئا من كربونات الأمنيوم الصلب وشيئا من حامض الازوتيك المركز فاشرح باسهاب كل ما تتخذة لتجهيز كمية من أكسيد الأزوتوز ثم جمعها وبين كيف يستدل على أن هذا الأكسيد يحتوى على (أ) أزوت (ب) أكسجين

- (٦) اشرح ووضح ما يحدث عند تسخين (١) أزوتات الألمنيوم (ب) أزوتات الرصاص ثم اذكر كيف تجمع نموذجاً من أحد الغازات الحاصلة خالصاً من الهواء تقريباً .
- (٧) إذا علم أن تأثير أكسيد الأزوتوز في لب شمة يكاد يكون كتأثير مخلوط مكون من حجمين متساويين من الأزوت والأكسجين فيه فكيف تميز هذا الأكسيد من المخلوط ؟

تمارين عملية

- (١) حقق طبيعة الغاز الحاصل من إذابة الخارصين في حامض الأزوتيك المخفف (بنسبة جزء واحد من الحامض الى ٩ أجزاء من الماء) . هل الغاز المجهز بهذه الطريقة مخلوط أو مركب مفرد ؟
- (٢) ابحث عما يحدث من التفاعل — ان كان ثم تفاعل — اذا وضع كيس يحتوي على برادة الحديد والكبريت الرطبين في اناء مملوء بأكسيد الأزوتيك .
- (٣) جهز محلولاً مركزاً من الملمعين كبريتات الحديدوز وأزوتات الصوديوم ومغن المخلوط مع حامض الكبريتيك المركز ثم اجمع الغاز الحاصل وعين طبيعته .

الباب الثاني والعشرون — الجوّ . الاحتراق

(٥٨) الجوّ

- تدريب ١١٧ — نسبة ما يوجد من الأكسجين في الجوّ .
- (١) ارجع الى مذكرتك في تدريب ٤١ (٥) لتتذكر نسبة ما يستعمل من الهواء في صدأ الحديد .
- (ب) عين نسبة الأكسجين في الهواء يجعل الفسفور ينأ كسديبطه وذلك بواسطة أنبوبة طويلة قطرها يساوى نحو ١,٥ من السنتيمترات وقد سدّ أحد عرفيها وثبت فيها قطعة من الفسفور على طرف سلك من النحاس ملتصق على شكل قفص (شكل ٨١) ثم نكست فوهتها في خنبار مملوء بالماء . لاحظ جزء الأنبوبة المملوء بالهواء فاذا انقطع نقصان حجمه فبعد يوم عين مقدار ما ذهب منه بواسطة الفسفور .

(ح) خذ أنبوبة طويلة مسدودا أحد طرفيها وفي طرفها الآخر سدادة محكمة من الصمغ المرن واسكب فيها محلولاً مركزاً من حامض فوق المفسيك (البيروجليك) واعرف بالدقة جزء الأنبوبة المشغول بالهواء ثم ضع فيها قطعة من عمود الصودا الكاوية وأحكم تثبيت السدادة في مكانه وبعد انحدار الصودا في السائل رجه مع هواء الأنبوبة ثم لاحظ تغير السائل وبعد رجها نحو خمس دقائق أزل السدادة تحت سطح الماء ولاحظ جزء الأنبوبة المملوء بالهواء في هذه الحالة ومن ذلك احسب نسبة ما في الهواء من الأكسجين .



(شكل ٨١)
تعيين نسبة ما في الهواء
من الأكسجين

غازات الجوز الشهيرة — سبق أن بينا في الباب السابع أن الجوز يكاد يتركب جميعه من غازين اثنين — الأكسجين والأزوت — وهما متشابهان في الخواص الطبيعية مختلفان اختلافاً بيناً في الخواص الكيميائية وفي الجوز أيضاً ثاني أكسيد الكربون إلا أنه مقدار صغير جداً هذا إلى أن الهواء دائماً رطب إما قليلاً وإما كثيراً أى يحتوى على كميات من بخار الماء تختلف بحسب الأحوال .

ويستدل على مقدار بخار الماء في حجم كبير مقفوس من الهواء بإصرار الهواء ببطء عظيم في أنابيب مملوءة بكلوريد الكالسيوم فتكون زيادة وزن الأنبوب هي وزن بخار الماء ولو أصر هذا الهواء أيضاً في مستودعات أو أنابيب مملوءة بالبوتاسا الكاوية الصلبة لأمكن من زيادة وزن البوتاسا تعيين كمية ثاني أكسيد الكربون فيه .

ويمكن بعد ذلك إصرار هذا الهواء ببطء في أنبوبة مسخنة تسخيناً شديداً قد شغلت بالنحاس الذي يتنص الأكسجين فيمكن تعيين وزنه ويمكن إصرار ما يبقى من هذا الهواء في أنبوبة تحتوى على المغنسيوم الذي يتحد بالأزوت اتحاداً بطيئاً وهناك جزء مخصوص من الهواء يساوى نحو ١ سم^٣ في كل ١٠٠ سم^٣ لا يتحد بالمغنسيوم وقد برهن على أنه لا يتركب من الأزوت بل يتركب من غاز الأرجون وأربعة غازات أخرى وهذه الغازات متشابهة تشابهاً عظيماً خصوصاً في كونها لا تتحدت مركبات كيميائية مع غيرها من العناصر ولذا يقال أنها غير فعالة (صفحة ٦٤) وهي في المظهر تشابه الأزوت ولكن لكل منها خواص طبيعية ثابتة فالأرجون بعد أن يجمد ينصهر في — ١٨٩,٥° مئوية

معدنا سائلا يغلي في — ١٨٦ مئوية وقد أمكن فصل هذه الأربعة الغازات (وهي هيليوم ونيون وكربتون وزنون) بواسطة خواصها الطبيعية المعينة وأمكن أيضا تحويل كل منها الى سائل وإلى جسم صلب .

المواد الأخرى التي في الجو — المواد التي قد بحثنا فيها توجد في الجودائما وهناك مواد يكثر وجودها في أحوال خاصة ففوق أكسيد الأوزون الذي يتكوّن أثناء الزوايح ذات الرعد يتحد بالماء محدثا حامض الأزوتيك فالمطر الذي يتزل مباشرة بعد زوبعة ذات رعد يمكن إثبات أنه يحتوي على حامض الأزوتيك والنوشادر يتكوّن أثناء فساد المواد الحيوانية وهو إما أن يبقى على حاله وإما أن يتحد بحامض الأزوتيك . مكثوتا أوزونات النوشادر وفي الأقاليم الصناعية يصعد ثاني أكسيد الكبريت الى الجو من المداخن العديدة ويحدث من احتراق البريتز الذي في الفحم هذا الى أن الجو مشحون بدقائق التراب الذي يختلف اختلافا عظيما في المقدار والتركيب ففي المدن يتركب على الأخص من دقائق النيلنج أى الكربون كما يحتوي على مقدار عظيم من المكروبات من بذور بعض النباتات الفطرية وهواء الريف يحتوي فوق ذلك على دقائق من النبات وعلى بذور الأعشاب والقحاح ولتخليص الهواء مما فيه من التراب يمر في أنبوبة طويلة محشوة حشوا تاما بالقطن المنذوف وإذا برد الهواء المعتاد تبريدا كافيا ظهر ما فيه من بخار الماء كالسحاب أو الضباب بخلاف الهواء الخالي من التراب فلا يظهر فيه مثل هذا مهما برّد ولكن يتكوّن ماء على جدار الوعاء الذي هو فيه إذا برد لدرجة الندى ولا يظهر ضباب لخفوت الضباب والسحاب في الكون إنما هو من التراب فلولم يكن في الجوّ تراب لما كانت السحب ولا الضباب ولظهر بخار الماء على هيئة الندى أو الصقيع لا غير ولحدثت رطوبة دائمة في الأجسام المعرضة للجوّ في البلاد الرطبة كأنجلترا هذا الى أن عدم السحاب يسبب زوال المطر والبرد والثلج ولا يكون هناك إلا قليل من ضوء النهار غير المباشر لأن الدقائق التي تمكس الضوء سواء كانت ترابا أو ماء لا توجد في الهواء وبذا تظهر السماء شديدة الزرقة .

التركيب المضبوط للجوّ — يختلف مقدار ما في الجوّ من بخار الماء أكثر مما يختلف غيره من الغازات فيه ففي أى درجة حرارة محدودة لا يبقى منه إلا جزء مخصوص في صورة بخار ويتكاثف تحت هذه الدرجة على هيئة قطرات سائلة من الماء في شكل ضباب أو ندى وهذه تسمى درجة الندى ويمكن أن يحتوي الجوّ في الصيف من

بخار الماء أكثر مما يمكن أن يحتويه في الشتاء وكثيرا ما يكون بخار الماء في الهواء أقل بكثير مما يمكن أن يحتوي عليه خصوصا داخل القارات العظيمة كآسيا .

ويختلف أيضا مقدار ثاني أكسيد الكربون في الهواء وهو يحصل من احتراق المواد التي تحتوي على الكربون ومن زفير الحيوانات وفاسد المواد الحيوانية والنباتية ونرى من وجهة أخرى أن نمو جميع النباتات الخضراء يتوقف على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء الذي يستعمل في تكوين النشا ومركبات أخرى نباتية (صفحة ١١٣) فنسبة ثاني أكسيد الكربون أعظم في هواء المدن منها في هواء الريف ولكنها تبقى على العموم ثابتة تقريبا ويندر أن يقل عن ٣ أو يزيد على ٧ أجزاء في كل ١٠٠٠٠ جزء من الهواء .

وأما نسب الأكسجين والأزوت والغازات غير الفعالة فانها تختلف قليلا ولكن اختلافها أقل كثيرا من اختلاف نسب بخار الماء أو ثاني أكسيد الكربون ومن المهم مع هذا ملاحظة أن هذه النسب ليست ثابتة تماما فيغلب أن يكون في الجزء ٢١ ٪ من الأكسجين ولكن هذه النسبة تقل في بعض الأماكن حتى تصير ٢٠,٢ ٪ وتكون أقل في المناطق وهاك جدولاً ليان نسب أجزاء الجزء المتعددة باعتبار أن الهواء جاف ولم تذكر نسبة بخار الماء لتغيرها العظيم .

مركبات الجزء

النسبة المئوية من حيث الحجم	الغاز
٧٨,٠٣	الأزوت
٢١,٠٠	الأكسجين
٠,٩٤	الأرجون الخ
٠,٠٣	ثاني أكسيد الكربون
متغير	بخار الماء
	حامض الأزوتيك
آثار ولكنها متغيرة	النوشادر
	ثاني أكسيد الكبريت

الهواء مخلوط لا مركب — يتنا في أول هذا الكتاب (صفحة ٦٩) أنه إذا مزج الأكسجين بالأزوت بنسبة واحدة إلى أربعة حجا حصل غاز تأثيره يكاد يكون كاتير الهواء المعتاد ولو أنه لا يحتوي على ثاني أكسيد الكربون والنوشادر انخ ولا يحتوي أيضا إذا كان الأزوت نقيا على الأرجون وما يماثله ومهم أن يلاحظ أن الهواء الصناعي لا يختلف في شيء جوهري عن الجوّ ولكن لا يلاحظ عند المزج علامات تدل على طرؤ تفاعل كيميائي كحرارة مثلا هذا إلى أن الأزوت والأكسجين في هذا المخلوط كما في الهواء العادي يحتفظان بخواصهما الثابتة لهما وإذا أذيب الهواء في الماء وحصل ثانيا من المحلول بالاغلاء يرى أن ما ذاب من الأكسجين أكثر مما ذاب من الأزوت لكونه أقبل للذوبان في الماء فيحتوي الغاز الحاصل بالاغلاء من الأكسجين في المائة أعظم مما يحتويه الهواء غالبا فالهواء إذن مخلوط غازات لا مركب فلا يشابه أحد أكاسيد الأزوت المعروفة لأنه يختلف في قابلية ذوبانه عن أكسيد الأزوتوز كما يختلف في أمور أخرى واضحة عن أكسيد الأزوتيك وهذان هما الأكسيدان الوحيدان اللذان يشابههما بعض المشابهة ولو كان الهواء مركبا لكنت له خواص طبيعية معينة كأن تكون قابلية ذوبانه في الماء محدودة في كل درجة من درجات الحرارة هذا إلى أن الجسم المركب مهما تكررت لذاته واستخرجه من محلوله لا يمكن أن يتغير تركيبه بخلاف الهواء فزيد ما فيه من الأكسجين بتكرار لذاته ونختم بأن نقول إن الهواء بخلاف المركبات الكيميائية يختلف في التركيب فقد برهن على أن نسب ما فيه من الأكسجين والأزوت تختلف بعض الاختلاف في نماذجه المتوقعة .

(٥٩) الاحتراق والذهب

تدريب ١١٨ — فحص ذهب مصباح بترن .

(أ) الفحص ولاحظ مظهر أجزاء ذهب مصباح بترن المختلفة فحصا دقيقا عند ما يكون الثقبان مفتوحين ثم ضع في الذهب قطعة من الصنفي ثم اقلق بقي الهواء وضعها في الذهب ثانيا واذكر ما يرسم عليها واقفح بقي الهواء بالتدريج ولاحظ تغير مظهر الذهب .

(ب) خذ بملقط البودقة قطعة من سلك الحديد وضعها في أجزاء مختلفة من ذهب مصباح بترن ولاحظ على الأخص مظهرها : (١) عند ما تكون مرتفعة عن

فوهة المصباح قليلا ؛ (٢) عند ما تكون في وسط اللهب ؛ (٣) عند ما تكون على قمة اللهب .

(ح) اسك في اللهب قطعة من الورق المقوى في وضع أفقي على بعد نحو ستين مترين ونصف من فوهة المصباح ثم أزحها عند ما ترى أنها ستتهب ولاحظ مظهر الجزء القام واذكر ما تستنبطه متعلقا بدرجات الحرارة المختلفة في أجزاء اللهب المتوقعة .

(د) ضع في جزء اللهب الداخلي القاتم طرف أنبوبة قصيرة من الحديد أو الزجاج مائلة الى أعلى وقرب الى الطرف الآخر الأنبوبة هود كبريت ملتهب . ما الذي يحتوي عليه الجزء الداخلي للهب ؟

تدريب ١١٩ — لهب الشمعة .

(أ) افحص لهب شمعة فخفا دقيقا وارسمه ولاحظ أجزاءه المختلفة وضع فيه قطعة من الصبني . هل يتكون عليها راسب ؟

(ب) ضع في منتصف هذا اللهب قطعة من الورق واذكر ما تستنبطه متعلقا بدرجات الحرارة المختلفة في أجزاء اللهب المتوقعة .

(ج) ضع طرف أنبوبة قصيرة في الجزء القاتم المتوسط للهب وقرب الى الطرف الآخر هود كبريت ملتهب واستنبط ما يمكن أن يحتوي عليه هذا الجزء القاتم .

تولد الحرارة أثناء التفاعلات الكيميائية — لتولد كميات كبيرة من الحرارة أثناء كثير من التفاعلات الكيميائية فعند إذابة انحرابين في حامض الكبريتيك مثلا يصير السائل شديد السخونة وإذا اتحد النحاس بالكبريت تدريب ١٢١ (أ) يسخن النحاس الى درجة الاحمرار ويتوهج وعند اتحاد الأيدروجين بالأكسجين يحصل لهب حام جدا وينشأ أيضا من اتحاد الفسفور والأكسجين حرارة عظيمة ولا يتبدى التفاعل الكيميائي في بعض الحالات إلا بعد تسخين المواد المتفاعلة ولكن الحرارة الحاصلة تزيد غالبا زيادة عظيمة جدا على الحرارة المحدثة للتفاعل وهكذا الحرارة المشعلة تعود كبريت فانها تكفي لأن تكون مبدأ حريق عظيم .

وتحدث أيضا حرارة كثيرة في الحالات التي لا يكون لها فيها أثر ظاهر فاذا كان التفاعل بطيئا كفي الوقت لضبايعها وبذا لا ترتفع درجة حرارة الأجسام المجاورة إلا قليلا جدا ولكن اذا اتحد الاحتياط المناسب يمكن مشاهدة ارتفاع درجة الحرارة .

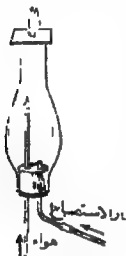
هذا وقد تكون الحرارة الحادثة أثناء التغير الطارئ من فساد المشب غير تام الخفاف كافية لاشعالها وهذا ما يسمى بالاحتراق الذاتي .

وتتمص الحرارة في قليل من التفاعلات بحيث تبرد المواد المجاورة .

الاحتراق والتوهج — يقال في العادة إن المواد قابلة للاحتراق إذا كانت تتحد بالأكسجين الهواء محدثة الحرارة والضوء أو بعبارة أخرى نتيجة أثناء اتحاد مادة من المواد بالأكسجين حرارة تكفي لرفع درجة حرارة ما بقى من هذه المادة أو ما ينتج عنها الى درجة الاحمرار أو درجة البياض محدثة الضوء فضلا عن الحرارة وإذا احترق الأيدروجين في الهواء نشأت حرارة عظيمة ولكن ما يحصل من الضوء لا يكاد يذكر ولكن إذا وضع في لجه جسم صلب كالجليفان حرارته ترتفع الى درجة البياض وينبعث منه الضوء ويحصل على ضوء الجير بتسليط لمب الأيدروجين المحرق في الأكسجين على قطعة من الجير وفي هذه الحالة يقال إن الجير كان متوهجا وهكذا يتوهج النحاس عند ما يحترق في بخار الكبريت وأما احتراق غاز الاستصباح في مقدار كاف من الهواء كما في مصباح بترن فلا يحدث منه إلا ضوء ضئيل جدا ولكن يمكن استعمال هذا اللهب في الإنارة بإحاطته بشبكة مصنوعة من أكاسيد مخصوصة لا تنصهر وإنما تصير بيضاء بسهولة من شدة الحرارة وهذا هو الأصل في عمل المصابيح المتوهجة .

الاحتراق في الهواء — يقال كثيرا إن الهواء نفسه لا يحترق ولكنه يساعد على الاحتراق والحقيقة أن كلتا القضيتين ليستا صحيحتين تماما لأن الهواء يساعد على احتراق أكثر المواد التي تحترق في الأكسجين لا جميعها فبعضها كالحديد مثلا يحترق في الأكسجين ولا يحترق في الهواء على أن الهواء يمكن إحراقه باستعمال جهاز مناسب فنعلم أن لكل مادة درجة حرارة معينة تتحد فيها بالأكسجين بسرعة ففاز الاستصباح يلهب بعود كبريت مشتعل ولا يلهب إذا كان هذا العود متوهجا فقط والورق وما يماثله من المواد يبقى محترقا في الهواء لأن الحرارة الحاصلة من احتراق بعض الورقة تكفي لتسخين الأجزاء المجاورة ورفع درجة الحرارة حتى تتحد بالأكسجين وليلاحظ أن الأوزون الذي في الهواء يلطف الأكسجين فيقل سرعة اتحاده بالمواد ولذلك تتكون الحرارة ببطء شديد وتضع بالتوصيل والتشع نفى بعض الحالات لا ترتفع الأجزاء المتجاورة في الجسم الى درجة حرارة الالتهاب فالحديد الذي يحترق لامعا في الأكسجين النقي لا يحترق في الهواء على الإطلاق لما تقدم .

هل الهواء قابل للاحتراق — يمكن البرهنة على أن الهواء نفسه قابل للاحتراق باستعمال الجهاز المبين (بشكل ٨٢) . وهذا الجهاز يتركب من زجاجة مصباح في طرفها السفلى سدادة محكمة من الفلين تنفذ فيه أنبوبة طويلة وأخرى قصيرة تتصل بمستودع الغاز وقد وضع فوق الزجاجة غطاء من حرير مخفرى مقوى فيه ثقب واحد ثم يدخل غاز الاستصباح حتى يخرج كثير منه من الثقب فيشعل هناك ثم تدفع الأنبوبة الطويلة الى أعلى حتى تقرب من ثقب الغطاء فيظهر لهب عند فوهتها ولو جذبت الى أسفل حتى صارت الفوهة في وسط الزجاجة لرأيناها متببهة أى أن هناك لهبين خارجيا وهو لهب غاز الاستصباح يحترق في الهواء وداخليا وهو لهب الهواء يحترق في غاز الاستصباح فالهواء أو بالحرزى أ كسجينه قابل للاحتراق اذا أحاط به جو من غاز الاستصباح ويمكن عمل تجارب أخرى كهذه لبيان أن الأكسجين قابل للاحتراق في الأيدروجين أو أى غاز آخر تصد به .



(شكل ٨٢)

احتراق الهواء في غاز
الاستصباح

معنى كلمة الاحتراق في الاصطلاح — تكون المادة

قابلة للاحتراق وتكون مساعدة للاحتراق على حسب الحالة فغاز

الاستصباح أو الأيدروجين يمكن أن يستخدم مساعدا للاحتراق أما الأكسجين فهو المادة القابلة للاحتراق على أن معنى كلمة الاحتراق في الاصطلاح الكيميائى أوسع من ذلك فهو أى تفاعل كيميائى يصحبه حرارة وضوء والأيدروجين قابل للاحتراق في الكلور (صفحة ١٥٦) كما أن الكلور قابل للاحتراق في الأيدروجين وينتج من التفاعل في كلتا الحالتين اتحادهما وحدوث كلورور الأيدروجين فالكلور لا يحترق في الهواء أو في الأكسجين مع أنه قابل للاحتراق في الأيدروجين والنحاس يحترق في بخار الكبريت وفي الكلور (صفحة ١٥٦) مع أنه غير قابل للاحتراق في الهواء فيمكن أن يقال انه قابل للاحتراق بالمعنى الكيميائى .

اللهب — يظهر جليا من التجربة التى شرحناها قبل (صفحة ٢٠٦) أن اللهب يتكون سواء كان المساعد للاحتراق هو الهواء أو غاز الاستصباح وأنه يظهر حيث يتلاقى الغازان فيمتدان ويمكن ايراد أمثلة كثيرة للهب الذى يحدث من اتحاد غازين وفي الأحوال التى تحترق فيها السوائل أو الأجسام الصلبة في الهواء بلهب تتحول المادة أولا الى بخار كما يحصل في احتراق الكحول وشمع البرافين وما يوضع ذلك أيضا الفحم

فانه يحترق بلهب لما فيه من الغازات والسوائل المتطايرة فاذا خرجت منه بالحرارة يبقى الكوك الذي يحترق بلا لهب وقد يستعمل جهاز مخصوص لتحويل السائل أو الجسم الصلب الى بخار قبل احتراقه وهذا هو فعل ذبالة مصباح الزيت أو مصباح البرافين أو الشمعة ولا يحترق في الهواء من الأجسام الصلبة بلهب إلا قليل وتكون درجات حرارة انصهار الأجسام التي تلتب بسهولة في الهواء وكذا درجات ذليانها منخفضة بالنسبة لغيرها كما في شمع البرافين والفسفور ويمكن أن يقال إن الأجسام الصلبة كالكرتون التي لا تحدث لها عند الاحتراق تنويع فاللهب لا ينشأ إلا من احتراق غاز في آخر . وتعرف أشياء كثيرة بفحص لهب الشمعة كما يأتي :

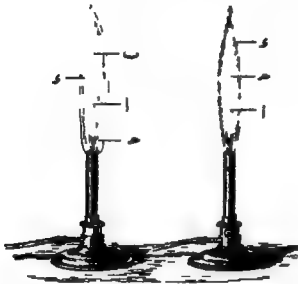
لهب الشمعة — إذا فحص لهب الشمعة يرى أنه يتركب من أربعة أجزاء مختلفة (شكل ٨٢) ففي الوسط جزء قائم (أ) لو وضع فيه طرف أنبوبة ضيقة وأشعل عود من الكبريت عند الطرف الثاني لاشتعل غاز يخرج منه وهذا الجزء المتوسط يحتوي على بخار غير محرق وهذا يثبت أن الشمع المنصهر يتحول الى بخار قبل الاحتراق ويحيط بهذا الجزء القائم منطقة منيرة (ب) لو وضع فيها سطح بارد من الصفي لعلاه راسب من الكربون الصلب وعند قاعدة اللهب الجزء الأزرق (ج) حيث الاحتراق على أشده وهنا أيضا منطقة ضيقة تحيط بالمنطقة المنيرة تكاد لا ترى والجزء المثير لا يحتوي على الأكسجين الكافي لأكال الاحتراق فالغاز غير المحرق الذي يخرج منه يحترق بمجرد وصوله الى الهواء حيث يكثر الأكسجين ومن هذا وجدت المنطقة الخارجية الحامية (د) .



(شكل ٨٢)
لهب الشمعة

مصباح لهب بنزن — يصير اللهب عند سدّ ثقب الهواء في مصباح بنزن متيرا يكاد يشابه لهب الشمعة مشابهة قائمة ويحتوى أيضا على الأجزاء الأربعة نفسها فيتركب (أ) من الغاز غير المحرق (ب) والجزء المثير الذي منه يراسب الكربون على سطح بارد (ج) والجزء الأزرق الحامي جدًا الذي يحاور القاعدة (د) والغشاء الخارجى الحامى جدًا الذى يكاد لا يرى وهو الذى يحترق فيه الغاز غير المحرق الخارج من الجزء المثير فاذا فتحت ثقب الهواء اختفت المنطقة المنيرة (ب) ويتركب اللهب من عمود (أ) من الغاز غير المحرق فى الوسط يحيط به مخروط أزرق (ج) يلتف به منطقة يتم فيها

الاحتراق (٤) وهى التى تكاد لا ترى ثم أن مصباح يزن لا يرسل إلا ضوءا ضعيفا جدًا ولكن إذا قطع عنه تيار الهواء صار لمبه منيرا وهذا ما لا يعرف سببه بالتحقيق ويحتمل أن يكون داخل اللهب دقائق صلبة من الكربون فإذا سلت تقوب الهواء ترتفع حرارتها الى درجة التوهج وإذا فصحت خفض الهواء البارد درجة الحرارة فلا تتوهج ويثبت هذا التعليل أن اللهب لا يصير منيرا وإذا وضع فيه أجسام أخرى باردة مع أن الكربون يرسم على سطحها .



تقوب الهواء مفتوحة تقوب الهواء سدودة
(شكل ٨٤)
لمب مصباح يزن أثناء فتح تقوب الهواء وسدّها

أسئلة على الباب الثاني والعشرين

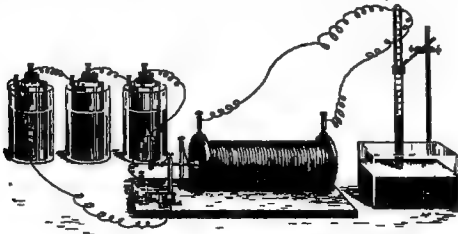
- (١) اشرح طريقتين لتحمين ما فى الهواء من الأكسجين فى المائة ؟
- (٢) ما مركبات الهواء الرئيسة ؟ وكيف تثبت وجود أربعة منها اثباتا عمليا ؟
- (٣) إذا كانت نسبة ما فى الهواء الجوى اليوم من الأكسجين وثانى أكسيد الكربون لم تتغير عما كانت عليه منذ مائة عام فكيف تملل ذلك موضحا الطرق العديدة التى بها يذهب هذان الغازان من الجوّ ويعودان اليه ثانية ؟
- (٤) وضع سبب انطفاء النار إذا سكب عليها مقدار كاف من الماء .
- (٥) اشرح تجارب لإثبات أن الهواء لا يتكوّن من مادة واحدة بل ولا من مخلوط مادتين .
- (٦) كيف تبرهن بالعمل على إمكان احتراق الأكسجين ؟
- (٧) اشرح بالامهات والعناية طريقة لتحمين وزن كل من المركبات الرئيسة التى فى لتر من الهواء ثم يتن أهم الفروق بين الهواء المعتاد وبين الهواء الذى سبق أن تنفسه الانسان .

- (٨) اشرح مآثره من المظاهر عند وضع لمب الشمعة (ا) في غاز الأكسجين
(ب) في غاز الكلور (ج) في غاز كلورور الأيدروجين .
- (٩) إذا أحرق النعم في الموقد المعتاد حدث لمب عظيم بخلاف الكوك فلما أن
يحدث منه لمب قليل ولما ألا يحدث لمب مطلقا فكيف تعال ذلك ؟
- (١٠) وضع الفرق بين مخلوط أى مادتين ومركبهما بمقارنة خواص الهواء والماء .
- (١١) كيف تعين المجموع مضبوطة للغازات المتنوعة التى فى حجم معلوم من الهواء ؟
- (١٢) اشرح ما يحدث عند إحراق شمعة فى وعاء مسدود مملوء بالهواء ويّين ما الغازات
التى تبقى بعد الاحتراق ثم اذكر كيف تعرف هذه المواد ؟

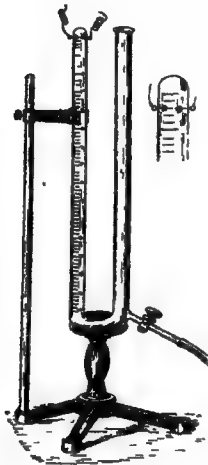
الباب الثالث والعشرون — قانون الجيوم لجأى لوساك

(٦٠) اتحاد الغازات ججا

ججا الأيدروجين والأكسجين الاتحاديان — سبق أن شرحنا تعيين وزن
الأكسجين والأيدروجين الاتحاديين ولكن لم تتعرض إلا قليلا لنسبة الججهين اللذين
يتحد فيهما هذان الغازان وتعيينهما يحتاج الى وعاء مخصوص من الزجاج يسمى
الإديومتر يمكن إشعال الغازين المتجهين فيه بطريقة سنوضحها فيما بعد ويتركب الإديومتر
الكثير الاستعمال من أنبوبة زجاج متينة الجدران مدرجة مسدود أحد طرفيها
(شكل ٨٥) ويلتحم بها قربه سلكان من البلاطين يكاد كل منهما يمس الآخر داخل



(شكل ٨٥) مرقمة مخلوط الأيدروجين والأكسجين فى الأديومتر



(شكل ٨٦)

صورة أخرى للإديومتر

الأنبوبة أنظر (شكل ٨٦) التي تملأ زيتاً وتكس في حوض يحتوي عليه أيضاً ثم يدخل فيها الأيدروجين والأكسجين مع مراعاة مجعهما بالضبط تحت الضغط الجوى ثم يسد الطرف المفتوح سدا محكما ويوصل سلكا البلاتين بقطبي ملف وهمكوف (Rhumkorff) فيمر شرر كهربائى من أحد السلكين الى الآخر وهو يكتفى لإشعال مزيج الغازين اللذين يقصدان في الحال معدنين فرقة ولعلم أنه لا مانع من استخدام أى طريقة أخرى لإشعال الغازين وليس هناك من سبب لاستعمال الشرر الكهربائى إلا أنه أسهل الوسائل وبعد أن يبرد الغاز الباقى يقاس حجمه وتعين طبيعته وهاك نموذجاً من النتائج :

حجم الأيدروجين = ٢٠,٨ سم^٣
حجم الأكسجين = ٧,٦ سم^٣
∴ حجم المزيج = ٢٨,٤ سم^٣
الحجم بعد الفرقة = ٥,٧ سم^٣

وقد وجد أن الغاز الباقى أيدروجين وحيث (٢٠,٨ - ٥,٧) أى أن ١٥,١ سم^٣ من الأيدروجين و ٧,٦ سم^٣ من الأكسجين قد اتحدت ومن الضرورى قياس جميع هذه المجموع في درجة حرارة واحدة تحت ضغط جوى واحد .

ومهم أيضاً أن يقاس حجم البخار المائى الذى حدث وذلك بإحاطة الإديومتر المبين (بشكل ٨٦) بأنبوبة زجاج خارجية أى بغلاف يتزفيه بخار سائل ينلى في درجة حرارة أعلى من درجة حرارة غليان الماء ويمكن استعمال الادروكربون زئيلين لهذا الغرض وبذا يكون الإديومتر ومحتوياته من أول التجربة الى آخرها في درجة حرارة ثابتة تعلو درجة غليان الماء فلا يمكن حينئذ أن يتكاثف البخار وبذا يقاس في درجة الحرارة التى تقاس فيها الغازات الأخرى .

وقد أظهرت التجارب الدقيقة أن حجم الأيدروجين المستعمل يساوى ضعف حجم الأكسجين وأن حجم البخار المائى الحادث يساوى حجم الأيدروجين المستعمل
حجمان من الأيدروجين + حجم من الأكسجين = حجمين من البخار المائى .

وتدل كلمة حجم في هذه الحالة وفي غيرها اذا قورنت بجملة غازات في درجة حرارة واحدة تحت ضغط واحد على أى حجم معين يعتبر وحدة في التجربة من الابتداء الى الانتهاء . وقد تقرر هذه النتيجة "جاي لوساك" و "هملد" (Humboldt) في أول القرن التاسع عشر ودعش "جاي لوساك" لما رأى النسبة بين هذه المجموع بسيطة وعزم على فحص غازات أخرى ليرى هل تتحد أيضا على مثل الحالة السابقة البسيطة .

حجوم الاتحاد في الغازات الأخرى — سبق أن درسنا حالات تتحد فيها الغازات كما فقد رأينا (صفحة ١٥٥) ان حجما من الأيدروجين يتحد بحجم يساويه من الكلور محدثا ضعف حجمه من كلورور الأيدروجين .

حجم من الأيدروجين + حجم من الكلور = حجمين من كلورور الأيدروجين
وكذا رأينا أن النوشادر وكلورور الأيدروجين يتحدان على نسب متساوية من حيث الحجم ولكن الحاصل في هذه الحالة جسم صلب فلا علاقة البتة بين حجمه وبين حجمي الغازين المتحدين وهو في الحقيقة صغير جدا حتى يمكن اعتباره معدوما .

حجما الأيدروجين والأزوت اللذان يتحدان في تكوين النوشادر — يمكن حساب حجمي الأيدروجين والأزوت اللذين يتحدان من الأعداد الواردة بصفحة (١٨٠) فيعلم حجم الأزوت من التجربة ويحسب حجم الأيدروجين من الوزن وغير من هذا لإيجاد المجموعين المتحدين للغازين مباشرة وذلك باحدى طريقتين إما يجعل الغازين يتحدان وإما بفصل كل عن الآخر من مركبهما النوشادر وتعيين حجمهما كل على حدة .

وقد عرف قديما أنه اذا أمر شر كهربائي متابع في النوشادر المجموع فوق الزئبق زاد حجمه حتى يصير ضعف ما كان طليسه تقريبا ولا يتغير بعد ذلك (ويحصل الشرر الكهربائي من آلة التأثير الكهربائي كما في فرقة مخلوط الأيدروجين والأكسجين) ولكن هنا يتر الشرر إصرارا متابعا مدة طويلة لادفعة واحدة كما في إشعال هذين الغازين ويتركب معظم هذا الغاز من مخلوط الأيدروجين والأزوت إلا أن الحامض المخفف يمتص منه قليلا وما يمتص هو النوشادر الذي لم يتغير لأنه مهما طال زمن إصرار الشرر فلا بد من بقاء جزء صغير في المائة من النوشادر غير متغير فيجب العمل على النسق الآتي وهو أن يقاس حجم النوشادر الأصلي ويتر الشرر مدة ثم يقاس نائبا وبعد ذلك يدخل في الأنبوبة مقدار صغير من حامض الكبريتيك المخفف ليمتص النوشادر غير المتغير ثم يطرح الحجم الممتص من الحجم الأصلي ثم تعين نسبة الأيدروجين باضافة حجم

معلوم من الأكسجين وفوقتهما معا بإمرار شرارة كهربائية واحدة ويجب أن يكون حجم ما يضاف من الأكسجين أكثر مما يمكن أن يحتاج إليه ولذلك يكفي أن يضاف من الأكسجين ما يساوي نصف حجم مخلوط الأيدروجين والأزوت وهاك مثلا يوضح الحساب الضروري :

$$\begin{aligned} \text{حجم النواذر المستعمل} &= \dots\dots\dots ١٠,٠ \text{ سم}^3 \\ \text{حجم النواذر الذي امتصه الحامض} &= \dots\dots\dots ٠,٨ \text{ سم}^3 \\ \therefore \text{حجم النواذر الذي تحلل} &= \dots\dots\dots ٩,٢ \text{ سم}^3 \\ \text{حجم الغازين الحاصلين بعد امتصاص ما بقي من النواذر} &= \dots\dots\dots ١٨,٤ \text{ سم}^3 \\ \text{حجم ما أضيف من الأكسجين} &= \dots\dots\dots ٩,٢ \text{ سم}^3 \\ \therefore \text{الحجم الكلي للغازين المزوجين والأكسجين} &= \dots\dots\dots ٢٧,٦ \text{ سم}^3 \\ \text{حجم الغازات بعد الفرقعة} &= \dots\dots\dots ٦,٩ \text{ سم}^3 \end{aligned}$$

ومن حيث أن الأيدروجين والأكسجين يتكاثفان إلى ماء بالاتحاد :

$$\begin{aligned} \therefore \text{حجم الأيدروجين والأكسجين اللذين اتحدا} &= \dots\dots\dots ٢٠,٧ \text{ سم}^3 \\ \text{ولكن حجمين من الأيدروجين يتحدان بحجم من الأكسجين عند الفرقعة} \\ \therefore \text{في كل } ٣ \text{ سم}^3 \text{ يوجد } ٢ \text{ سم}^3 \text{ من الأيدروجين} \end{aligned}$$

∴ في ٢٠,٧ سم^٣ من مخلوط الغازين يوجد حجم من الأيدروجين = ١٣,٨ سم^٣
فدري أن ١٨,٤ سم^٣ من الأيدروجين والأزوت كان يحتوى قبل إدخال الأكسجين على ١٣,٨ سم^٣ من الأيدروجين و ٤,٦ سم^٣ من الأزوت أى أنه تكون من ٩,٢ سم^٣ من النواذر ١٣,٨ سم^٣ من الأيدروجين و ٤,٦ سم^٣ من الأزوت وبالتأمل يرى أن العدد ٤,٦ هو القاسم المشترك الأعظم لهذه الأعداد فيظهر بقسمتها عليه أنه يتكون من حجمين من النواذر حجم واحد من الأزوت وثلاثة حجومات من الأيدروجين .

حجمان من النواذر = حجمان من الأزوت + ٣ حجومات من الأيدروجين

أضف إلى ما تقدم أنه إذا مزج ثلاثة حجومات من الأيدروجين بحجم من الأزوت وأمرت شرارات كهربائية متتابعة فانه يتحد مقدار صغير من الغازين وإذا امتص النواذر الناتج من هذا الاتحاد كمية صغيرة من حامض الكبريتيك المخفف وبقيت الشرارات مارة حصل مقدار آخر من النواذر ينحص في الحال وهكذا بإزالة النواذر

يجزء حصوله يمكن أن يتحد الغازان عن آخرهما وهذا يبرهن مباشرة على أن حميا واحدا من الأزوت يتحد بثلاثة محجوم من الأيدروجين ليحصل النوشادر .
ويجب أن يلاحظ أنا لم نعلم هنا شيئا يتعلق بمقدار حجم النوشادر الذى تكوّن من هذا الاتحاد .

اتحاد أول أكسيد الكربون والأكسجين — يمكن تعيين محمى أول أكسيد الكربون والأكسجين اللذين يتحدان بفرقة أول أكسيد الكربون فى الإديومتر مع حجم من الأكسجين يزيد على ما يلزم ويظهر من النتائج التى حصل عليها بهذه الطريقة ما يأتى :
محجان من أول أكسيد الكربون + محجان من الأكسجين = محميين من ثانى أكسيد الكربون .

(٦١) قانون الأجمام لحاى لوساك

كشف "جاي لوساك" — يمكن تلخيص ما ذكرنا من الحقائق فى الجدول المبين هنا وجميع أمثال هذه النتائج ومقارنتها توصل "جاي لوساك" إلى استنباط النتيجة التى عبر عنها بقوله : (عند ما تتفاعل الغازات يكون اتحادهما دائما على أبسط النسب من حيث الحجم) وهذا عين ما رأيناه فى الأمثلة السابقة فإن نسبة الاتحاد هى ١ : ١ أو ٢ : ١ أو ٣ : ١ وقد أدرك "جاي لوساك" أيضا أن هناك نسبة بسيطة بين حجم المركب إذا كان غازا وبين محجوم الغازات المتحدة وأظهر التباين بين هذه النسب البسيطة وبين نسب أوزان العناصر المتحدة التى لا يمكن التعبير عنها بأى عدد بسيط منه .

الغاز المركب	الغازات المتحدة	
	(٢)	(١)
البخار المائى	الأكسجين	الأيدروجين
محجان	محجم	محجان
كلورور الأيدروجين	الكلور	الأيدروجين
محجان	محجم	محجم
النوشادر	الأزوت	الأيدروجين
محجان	محجم	٣ محجوم
ثانى أكسيد الكربون	أول أكسيد الكربون	الأكسجين
محجان	محجان	محجم
كلورور الامنيوم	كلورور الأيدروجين	النوشادر
جسم صلب	محجم	محجم

تفاعلات الغازات مع الأجسام الصلبة — إذا تفاعلت مادة صلبة وغاز فإن حجمها لا يكون بينه وبين حجم الغاز نسبة بسيطة ولكن ربما كانت المادة أو المواد الناتجة غازية فعند احتراق الكربون مثلا في الأكسجين يحصل ثاني أكسيد الكربون ويمكن تعيين المحرم المتعلقة بهذا التفاعل بالجهاز المين (شكل ٨٧) .

وهو يتركب من أنبوبة ذات شعبتين قد وسع أحد طرفيها حتى صار كالكرة تغفل فوهته بسداد محكم من الزجاج أو الصمغ المرن يتز فيه سلكان ظليطان من النحاس تتصل بأحدهما ملقعة صغيرة من النحاس وبالأخرى سلك قصير من البلاين يحيط بقطعة من فحم الخشب قد وضعت في الملقعة بحيث يكون السلك متصلا بالملقعة .



وبعد أن يتوالى الأكسجين في الكرة حتى يحل محل الهواء يسكب الزئبق في الساق الملتوية حتى تمتلئ الأنبوبة الى منتصفها ويصير الزئبق في مستو واحد في الشعبتين فيثبت السداد في مكانه ويعين حجم الأكسجين بالضبط ثم يتز تيار كهربائي في سلك البلاين حتى يسخن الى درجة الاحمرار ويشعل فحم الخشب وبعد أن تصير الأنبوبة في درجة حرارة الجفرة يرى أن حجم ما بقي من الغاز يساوي حجم ما كان في الأنبوبة قبل احتراق فحم الخشب مساواة ثامة أي أن حجم ثاني أكسيد الكربون الحاصل يساوي حجم ما استعمل من الأكسجين .

(شكل ٨٧) جهاز لاحتراق الكربون في الأكسجين

حجم من الأكسجين + كربونا (جسم صلب) = حجما من ثاني أكسيد الكربون

ومثل ذلك يحدث من احتراق عنصر الكبريت في الأكسجين ويستخدم هذا الجهاز نفسه في فحصه فيرى أيضا أن حجم الأكسيد الغازي الحاصل يساوي حجم الأكسجين المستعمل تماما .

حجم من الأكسجين + كبريتا (جسم صلب) = حجما من أكسيد الكبريت
أي أن حجم الغاز المتحد بالجسم الصلب كان في كلتا الحالتين مساويا لحجم الغاز الحاصل من الاتحاد .

وهناك أمثلة أخرى لأكاسيد الأزوت فعند احتراق الفسفور في أكسيد الأزوتيك يكون حجم ما يحصل من الأزوت مساويا لنصف حجم الأكسيد المستعمل .

حجمان من أكسيد الأزوتوز + فسفورا (جسم صلب) = حجما من الأزوت + أكسيد الفسفور (جسم صلب)

وكذا عند ما يحترق الفسفور في أكسيد الأزوتوز يكون حجم الأزوت الحاصل مساويا لحجم الأكسجين المستعمل .

حجم من أكسيد الأزوتوز + فسفورا (جسم صلب) = حجما من الأزوت + أكسيد الفسفور (جسم صلب)

عبارة قانون "جاي لوساك" — يمكن الآن وضع عبارة قانون الأحجام لجاي لوساك كما يأتي حتى تشمل أمثال هذه الحالات الأخيرة فنقول :

بين أحجام الغازات الداخلة في أى تفاعل كيميائي والمكونة منه علاقة عددية بسيطة .

الحساب المبني على هجوم الغازات المتحدة — يمكن أن نبني على الحقائق التي جمعناها في هذا الباب حسابا بسيطا يتعلق بالحجوم والأوزان للغازات الداخلة في الاتحاد الكيميائي والخارجة منه فنقول :

(١) من الممكن أن نتحقق صحة ما قرناه متعلقا بالأوزان الاتحادية للعناصر فلو فرضنا مثلا في اتحاد الأيدروجين والأكسجين أن الغازين قياسا أثناء التجربة جميعها في درجة حرارة الصفر المئوي تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا لكان

حجمان من الأيدروجين + حجما من الأكسجين = حجمين من البخار المائي .

∴ لتران من الأيدروجين + لترا من الأكسجين = لترين من البخار المائي .

ولكن كثافة الأيدروجين (أى وزن اللتر منه في ٠° مئوية تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا)

تساوى ٠,٠٩ من الجرام وكثافة الأكسجين تساوى ١,٤٤ من الجرامات .

∴ ١,٨ من الجرام من الأيدروجين تتحد بـ ١,٤٤ من الجرامات من الأكسجين

لتكون ١,٦٢ من الجرامات من البخار المائي ويحصل وزن البخار المائي إما بجمع

وزني الأيدروجين والأكسجين وإما من وزن لتر من البخار المائي الذي يساوى ٠,٨١ من الجرام في ٠° مئوية تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا .

∴ جرام من الأيدروجين يتحد بـ $\frac{12.44}{18}$ أى ٨ جرامات من الأكسجين ليكون

$\frac{16.12}{18}$ أى ٩ جرامات من الماء

وهذه الأعداد تقريبية فقط وإنما انتهت صحة النتائج التي حصلناها مباشرة بتعيين الأوزان وبمثل هذا الحساب يمكن أن نتحقق صحة الأوزان الاتحادية لعناصر أخرى .

(٢) وعلى هذا النسق يمكن اظهار العلاقة بين أوزان المواد المتفاعلة تفاعلا كيميائيا وبين الجرم الغازية .

(١) فإذا اردنا حساب وزن كلورور الأيدروجين الحاصل من اتحاد الكلور بـ ١٠

لترات من الأيدروجين المقيس في ٠° مئوية تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا وجدنا أن

لتر من الأيدروجين + لتر من الكلور = لترين من كلورور الأيدروجين

ولكن وزن اللتر الواحد من كلورور الأيدروجين يساوى ١,٦٤ من الجرامات

في ٠° مئوية تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا .

∴ نحصل من اللتر الواحد من الأيدروجين (٢ × ١,٦٤) من الجرامات من

كلورور الأيدروجين .

∴ يحصل من ١٠ لترات من الأيدروجين ٣٢,٨ من الجرامات من كلورور

الأيدروجين .

(ب) لحساب وزن ملح النوشادر اللازم لتجهيز نحو ٥ لترات من غاز النوشادر يجب

تعيين وزن النوشادر الذي في وزن معين من ملح النوشادر هكذا :

لتر من النوشادر ولتر من الأيدروجين يتحدان لتكوين ملح النوشادر .

وبإبدال الأوزان في ٠° مئوية تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا يتنج

٠,٧٦ من الجرام من النوشادر و ١,٦٤ من الجرامات من كلورور الأيدروجين يتحد

لتكوين ملح النوشادر .

ولكن وزن ملح النوشادر الحاصل يساوى مجموع وزنى النوشادر وكلورور الأيدروجين

المتحدين .

∴ من ٠,٧٦ من الجرام من النوشادر يتكوّن ٢,٤٠ من الجرامات من ملح

النوشادر .

فيكون ٠,٧٦ من الجرام هو مقدار النوشادر الذي في ٢,٤٠ من الجرامات من ملح النوشادر أى أنه يحصل من ٢,٤٠ من الجرامات من ملح النوشادر لتر واحد من النوشادر مقيسا في ٠° مئوية تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا فله حصول على ٥ ترات من النوشادر يلزم استعمال ١٢,٠٠ جراما من ملح النوشادر.

تركيب الميثان — يمكن أحيانا أن تستنتج معلومات تتعلق بتركيب المركبات الغازية كالميثان وذلك بطرق مؤسسة على معلوماتنا في الهجوم المتحدة للعناصر الغازية فلو فرقع الميثان في الاديومتر مع كمية من الأكسجين تزيد على ما يلزم حتى يحترق عن آخره نتج ما يأتي :

حجم من الميثان + حجمين من الأكسجين = حجما من ثاني أكسيد الكربون + بخارا مائيا (متكاثفا).

فما يتكون من البخار المائى يتكاثف وما يتكون من ثانى أكسيد الكربون يتمصه محلول البوتاسا الكاوية وما يبقى من الغاز يرى أنه أكسجين .

وبإبقاء درجة الحرارة فوق ١٠٠° مئوية يرى أن مقدار البخار المائى يساوى ٢ من حيث الحجم ومن هذه الحقائق نرى مثلا أن لقانون الهجوم لحاى لوساك .

وقد علمنا أن حجمين من البخار المائى يحدثان من حجمين من الأيدروجين فينتج أن حجما معينا من الميثان يحتوى على ضعف حجمه من الأيدروجين وهذه النتيجة يمكن تحصيلها أيضا من حجم الأكسجين المستعمل بلا احتياج الى قياس حجم البخار المائى الحاصل وذلك لأنه قد بين أن حجما واحدا من ثانى أكسيد الكربون يتكون من حجم واحد من الأكسجين (صفحة ٢١٥) فمن المعادلة السابقة يظهر أنه قد استعمل من الأكسجين أحد الحجمين فقط في الاتحاد بالكربون وتكوين ثانى أكسيد الكربون فحجم واحد من الأكسجين اتحد بالأيدروجين ومن حيث أن حجما واحدا من الأكسجين يتحد بحجمين من الأيدروجين فإن حجما واحدا من الميثان يحتوى على حجمين من الأيدروجين متعدين بالكربون الذى في حجم واحد من ثانى أكسيد الكربون .

تركيب الإثيلين والأستلين — يمكن الآن تطبيق طريقة مماثلة لما تقدم على مركبين آخرين من مركبات الأيدروجين والهيدروجين وهما الإثيلين والأستلين (صفحة ١٢٢).

ويجب هنا أيضا احراق كل منهما مع حجم من الأكسجين يزيد على ما يلزم .
 حجم من الإثلين + ٣ هجوم من الأكسجين = حجمين من ثاني أكسيد الكربون
 + بخارا مائيا (متكافئا) .

ومن حيث أن حجمين من الأكسجين يستعملان في تكوين حجمين من ثاني أكسيد الكربون فإن حجما واحدا من الأكسجين يستعمل في الاتحاد بالأيديروجين أى أنه يجب أن يتكوّن حجم واحد من الإثلين من حجمين من الأيديروجين المتحد بالكربون الذى فى حجمين من ثاني أكسيد الكربون .
 وفى الأسطين تكون النتيجة كما يأتى :

حجمان من الأسطين + ٥ هجوم من الأكسجين = ٤ هجوم من ثاني أكسيد الكربون + بخارا مائيا (متكافئا) .

أى يستعمل فى هذه الحالة حجم واحد من الأكسجين فى الاتحاد بالأيديروجين ويجب أن يتكوّن حجمان من الأسطين من حجمين من الأيديروجين ومن الكربون الذى فى أربعة هجوم من ثاني أكسيد الكربون فحجم واحد من الأسطين يجب أن يحتوى على حجم واحد من الأيديروجين وعلى الكربون الذى فى حجمين من ثاني أكسيد الكربون .

أسئلة على الباب الثالث والعشرين

(١) إذا حصر حجم معين من النوشادر فوق الزيتى فى إديومتر وأمر فى الفزاز شرر كهربائى مدة فما الذى يحدث ؟ وهل تكون النتيجة واحدة إذا أدخل فى الإديومتر مقدار صغير من حامض الكبريتيك ؟

(٢) كيف تتبين بالعمل أنه يمكن الحصول على ٢٠ سم^٣ من البخار المائى من ٢٠ سم^٣ من الأيديروجين و ١٠ سم^٣ من الأكسجين إذا قيست هذه الهجوم فى درجة حرارة واحدة تحت ضغط واحد ؟ ارسم شكلا واضحاً للجهاز الذى تستعمله .

(٣) فى إديومتر ٢٠ سم^٣ من مخلوط الأيديروجين والأزوت أضيف إليه ١٢ سم^٣ من الأكسجين ثم أمر فيه شرر كهربائى وبعد الفرقة قيس الحجم فوجد ١١ سم^٣ أوجد النسبة المتوية للحجم الأيديروجين الذى فى المخلوط الأصلى .

(٤) يحتوي وعاء مسدود على مخلوط مكون من ٢٠ سم^٣ من الكلور و ٢٦ سم^٣ من الأيدروجين وقد ترك هذا الوعاء أولاً معرضاً لضوء الشمس غير المباشر وبعد مدة وضع في ضوء الشمس مباشرة ثم فتح أولاً تحت الزيتي وثانياً تحت الماء. اذكر ما يحدث في كل من الحالتين بالدقة والضبط .

(٥) كيف تعين نسبة أول أكسيد الكربون الى الأيدروجين في مخلوط مكون منهما ؟

(٦) أدخل ٢٠٠ سم^٣ من الأيدروجين في أنبوبة مدرجة متكسدة على الزيتي ثم أضيف الى ذلك في اليوم التالي ١٠٠ سم^٣ من الأكسجين فاذا علم أن البارومتر نزل في هذه الفترة من ٧٦٠ مليمترا الى ٧٣٠ مليمترا وأن المخلوط بعد ذلك فرقع ووجدت بقية من الغاز فلم تتكون هذه البقية وما الحجم الذي تشغله ؟

(٧) اشرح تجربة يتحد فيها غاز ما بما يساوى نصف حجمه من غاز آخر . ما حجم الغاز الحاصل منهما ؟

(٨) اذكر تركيب الغاز الحاصل من فرقة كل من المخاليط الآتية وحجمه :

(أ) حمان من الهواء مع حجم من الأيدروجين .

(ب) حمان من الكلور مع حجم من الأيدروجين

(ج) حمان من الأكسجين مع حجم من الأيدروجين .

(٩) إذا أحرقت شرارة كهربائية في مخلوط مكون من ١٠ سم^٣ من الأيدروجين و ١٠ سم^٣ من غاز المستنقعات و ٣٠ سم^٣ من الأكسجين فما حجم الغاز الباقي بعد ذلك وتركيبه ؟

(١٠) إذا أشعلت قطعة من الكبريت في مستودع كُربى مقفل مملوء بالأكسجين فاذا كرر ووضع ما يحدث عند فتح الفوهة (أ) تحت الزيتي (ب) تحت محلول البوتاس الكاوية .

(١١) اذكر قانون الانحجام لحاى لوساك ووضع معناه باتحاد الأيدروجين بالأكسجين وبالكالور .

(١٢) أحرقت قطعة صغيرة من لحم الخشب في كل من دورقين مسدودين ومملوءين أكسجيناً في درجة حرارة المعمل تحت الضغط الحوى فيه وقد حلق في أحد الدورقين قطعة من عمود البوتاس الكاوية . بين التأثير في وزن كل من الدورقين بعد أن يرجعا الى درجة الحرارة الأصلية ثم يعرضاً للهواء مفتوحين لحظة .

- ونخرج جميع ما يحدث في كل حالة وبين كيف تصل الى استنباطاتك .
- (١٣) تكون هجوم الغازات عند اتحادها متساوية أو في نسب بسيطة . اشرح تجربة يتحد فيها هيدروجين متساويان لتأزير وأخرى يتحد فيها هيدروجين لتأزير بمجم واحد لتأزير آخر بحيث يحدث هيدروجين من المركب .
- (١٤) أكتب على العلاقات التي قد لوحظ ثبوتها بين هجوم الغازات الداخلة في تغير كيميائي وبين ذلك بأمثلة .
- (١٥) إذا أعطيت قنبلة كبيرة تحتوي على مخلوط من النشادر والأزوت فاقترح طريقة مبنية على خواص هذين الغازين لتحصيل بها نموذجاً من كل منهما وارسم الجهاز الذي تستعمله وبعد تحصيل النشادرين كيف تفصل عنه ما فيه من الأزوت .

الباب الرابع والعشرون

الكبريت وثاني أكسيد الكبريت وحامض الكبريتوز

(٦٢) الكبريت

تدريب ١٢٠ — خواص الكبريت .

- (أ) افحص شيئاً من كبريت العمود وعين درجة حرارة انصهاره بالطريقة التي سبق شرحها في تدريب ١٧ (٥) ثم انظر هل الكبريت قابل للتأزير في الماء وكذا في الكحول ؟

تحذير : قبل البدء في التجربة السابقة اطفئ لهب جميع المصابيح القريبة من النفتل لأن ثاني كبريتور الكبريت سائل شديد الاتهاب جداً .

- (ب) أذنب شيئاً من مسحوق الكبريت في ثاني كبريتور الكبريت وهو سائل مركب من الكبريت والكربون وبعد أن يذوب عن آخره ضع المحلول في خزانة البخار حتى يضر السائل ثم افحص وارسم أشكال البلورات الحاصلة .

- (ج) سخن قليلاً من مسحوق الكبريت في أنبوبة اختبار تسخيناً تدريجياً فاذا انصهر فأزل اللهب وافحص السائل الحاصل ثم استمر في التسخين ملاحظاً التغيرات الحادثة في السائل ملاحظة دقيقة .

- (س) خذ كوباً كبيراً مملوئاً ماء ومغض شيطاناً من الكبريت في أنبوبة اختبار ويجوز انصهاره اسكبه في الماء ثم اخفص الكبريت الذي تحول الى جسم صلب واكسر قطعة منه . هل هو متبلور ؟ ثم مخن مقداراً آخر من الكبريت في أنبوبة اختبار حتى ينفى ثم اسكبه ببطء في ماء بارد أثناء غليانه ثم أخرجه من الماء وقارنه بكبريت السمود . هل هو متبلور ؟ اقل قطعة منه بين أصابعك ولاحظ التغير الحادث واخفص الباقي بعد يوم أو يومين واذكر ما حدث من التغيرات .
- (هـ) اصهر قليلاً من كبريت السمود ودعه يبرد حتى يتكون على سطحه قشرة رقيقة . أنقب فيها عدة ثقوب واسكب ما يبقى منه سائلاً في وعاء آخر فاذا برد فاعزل القشرة ببرة واخفص البلورات التي تكونت تحتها .
- (و) مخن قليلاً من الكبريت في أنبوبة اختبار حتى ينفى ثم أزل بعض ما تراكم على الأجزاء العليا للأنبوبة واخفصه بعدسة .

تدريب ١٢١ — اتحاد الكبريت بالفلزات —

- (أ) ضع قليلاً من الكبريت في قعر أنبوبة اختبار وزج فيها شيئاً من غروط (نراطة) النحاس أو قطعاً مطوية من سلك ثم مخن الكبريت حتى ينفى ويتوهج النحاس وبعد أن تبرد الأنبوبة أخرج التاج منها وقارنه بالكبريت ثم بالنحاس .
- (ب) مخن في أنبوبة اختبار مخلوطاً مكوناً من مقدارين متساويين من برادة الحديد والكبريت وبعد أن ينفى الكبريت بضع دقائق دعه يبرد ثم اخفص المادة الباقية في الأنبوبة .
- (ج) ادلك قطعة فضية بمسحوق الكبريت المندي بالماء وبعد قليل من الأيام اغسل الكبريت عنها واخفص سطحها ثم اذكر دليلك على حدوث مركب من الكبريت والفضة .

تدريب ١٢٢ — أكسيد الكبريت — أشعل قليلاً من الكبريت في ملعقة إحراق ثم دمه يمتدق في غبار مملوء هواء أو أكسجيناً ثم اخفص الغاز الحاصل ملاحظاً رائحته ومظهره وقابلية ذوبانه في الماء وتأثير هذا المحلول في عباد الشمس .

عنصر الكبريت — يعرف الكبريت في التجارة على شكلين : (١) كبريت السمود وهو عصى قصيرة من جسم صلب هش متبلور (٢) وزهر الكبريت وهو مسحوق

ناعم أصفر خفيف والمادة التي يتركب منها كبريت العمود قابلة للذوبان بسهولة في ثاني كبريتور الكربون (مركب من الكبريت نفسه والكربون) ولكن زهر الكبريت لا يذوب إلا قليلا في كبريتور الكربون ويبقى منه بقية غير متبلورة وغير قابلة للذوبان ويمكن قسمة زهر الكبريت الى مادتين ولكن كلا منهما لا يحتوى إلا على الكبريت لأنهما اذا أحرقتا في الأكسجين لا يحصل إلا أكسيد واحد في كل حالة والحقيقة أن عنصر الكبريت يوجد على صور عديدة مختلفة كما هو الحال في الكربون .

الخواص الطبيعية للكبريت .

(١) اذا أذيب الكبريت في ثاني كبريتور الكربون وترك السائل يخرىبطه تحصل بلورات على الصورة الميئية بشكل (٨٨) وتتكون مثل هذه البلورات تكونا طبيعيا أيضا (شكل ٨٨) .

ولكن يندر وجودها كاملة على الشكل ذى الثمانية السطوح المعنى وتقرب غالباً من الشكل البلورى المذكور وكثافة هذه البلورات تساوى ٢,٠٦ ودرجة حرارة الانصهار ١١٤° مئوية .

(٢) يصهر الكبريت في بودقة كبيرة ويترك حتى يبرد فتشأ على سطحه قشرة وتغيب عنه قلوب يسكب منها مايقى من السائل فإذا بردت البودقة تكشف القشرة وتفرع فيرى في الداخل تتاج من بلورات على شكل الأبر تختلف اختلافا تاما عن النوع ذى الثمانية السطوح وهى منشورات على صورة مخصوصة ليس فيها إلا مستو واحد



(شكل ٨٨) بلورات الكبريت الطبيعية ذات الثمانية السطوح مأخوذة من بحرينى بإيطاليا

يقسمها الى أنصاف متشابهة فلذا تنسب الى طائفة البلورات الواحدة القائل
أو الواحدة الميل وهي تنصرف في درجة حرارة ١٢٠° مئوية وإذا تركت تبرد تحت ٩٦°
مئوية فانها تتحول بالتدريج الى بلورات دقيقة من النوع ذى الثانية السطوح .

(٣) يكون الكبريت فوق درجة حرارة انصهاره بقليل سائلا مائلا الى الاصفرار
رائحا رائحا اذا سخن الى درجة ١٦٠° مئوية يدكن لونه بفتة ويصير نخبنا كالقند
(الصل الأسود) وإذا ارتفعت درجة حرارته أكثر من ذلك فان سيولته تزيد قليلا
وإذا سكب وهو على هذه الحال في الماء البارد فبردة بفتة فليس هناك من الزمن ما يكفي
لإحداث بلورات وبذا يتحول الى مادة مرنة رائحة لونها كالكهرباء (الكهرمان)
تعرف بالكبريت المرن وما هذه المادة في الحقيقة إلا سائل نخب نزع تحت درجة
تجمده بكثير لو ترك لتحول ببطء هشا وتفسر على الخصوص الى كبريت غير شفاف
ولا متبلور ولا قابل للذوبان في ثاني كبريتور الكريون ويطابق الكبريت غير القابل
للذوبان المحصل من زهر الكبريت ويرى من الجدول الآتي أن صور الكبريت هذه
يختلف بعضها عن بعض في كثير من خواصها الطبيعية كالكتافة وقابلية الذوبان وإذا
وجد العنصر على مثل هذه الصور المختلفة قيل انه يتشكل والصور متشكلة ويوجد
الكبريت السائل أيضا على صورتين متباينتين كما رأينا سابقا .

غير متبلور	متبلور		الخاصة
	واحدى الميل	المعنى	
—	١٢٠ مئوية	١١٤° مئوية	درجة الانصهار
١,٩٦	١,٩٦	٢,٠٦	الكتافة
			قابلية الذوبان في :
غير قابل	بسهولة	بسهولة	ثاني كبريتور الكريون
غير قابل	غير قابل	غير قابل	الماء

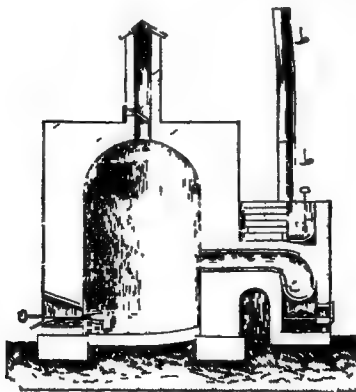
وعند تسخين الكبريت الى درجة ٤٤٨° مئوية يغلى محدثا بخارا أحمر .

خواص الكبريت الكيميائية — سبق أن رأينا أن الكبريت يحترق
في الأكسجين بسهولة ويكون أكسيذا غازيا يسمى باني أكسيد الكبريت وسنرى أيضا

فما بعد أن الكبريت يتحد بالأيدروجين والكربون والكلور وتسمى مركبات الكبريت هذه مع عنصر آخر بالكبريتورات وتستعمل الإضافة (ور) هنا كما هو الحال دائماً للدلالة على أن المركب لا يحتوي على أكثر من عنصرين . ويتحد الكبريت مباشرة بكثير من الغازات مثلًا لو وضعت قطع من الكبريت في أنبوبة ثم لويت قطعة صغيرة من سلك النحاس وثبتت في الأنبوبة على بعد نحو خمسة سنتيمترات فوق الكبريت ثم سخن الكبريت حتى غلي لظهوره بعد بضع دقائق أن النحاس أخذ يتوهج وبفحصه بعد أن يبرد تجرى أنه قد تحول إلى كبريتور أسود هش .

ويمكن تكوين كبريتور الحديد بتسخين برادة الحديد المزوجة بما يساوى ضعف وزنها من الكبريت ويميز هذا المركب من الغاز يكونه هشاً ويتحد القصدير بالكبريت كالنحاس عند تسخينه في بخار هذا العنصر وأما الزئبق فيكون منه كبريتور أسود يجود دعه بزهرة الكبريت بلجميع الغازات تقريباً تتحد مباشرة بالكبريت .

فالكبريت عنصر فعال لأنه يتحد مباشرة بكثير من العناصر وهذا ما يخالف فيه الأوزون غازة تامة .

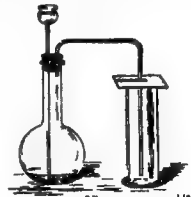


(شكل ٨٩) تنقية كبريت

الكبريت في الطبيعة — يوجد هذا العنصر في كثير من الأراضي القريبة من البراكين غير متعدد ممتزجا بصخور متنوعة ويستخرج من المناجم في إيطاليا وصقلية واليابان وأمريكا الشمالية في صقلية يفصل عن الأجسام الغريبة المنزوجة به فصلا يضيع به كثير منه فهناك قاتن رديئة مبلية على سطح منعد بجانب التلال فيكثوم الكبريت انطام في القمين ثم يغطى بالتراب ويجعل في الكومة منافذ ثم يشعل من الأسفل فيحترق احتراقا بطيئا وتصر الحرارة الناشئة أكثر الكبريت فيسيل على الأرض المائلة ثم يخرج من فتحة في الأسفل وهو يحترق غالبا فيضيع أكثر من ثلثه وقد أخذوا بالتدريج يستعملون طرقا أكثر اقتصادا من هذه ثم أن الكبريت الحاصل بالطريقة السابقة ينقى بالتقطير من معويات من الفخار (شكل ٨٩ ح) حيث يتكاثف البخار في مستودعات من الطوب (شكل ٨٩ أ) فينزل على الحيطان أثناء برودة المستودع في صورة زهر الكبريت وعند ما يصير مستودع التكاثف ساخنا يتجمع الكبريت سائلا على الأرض (شكل ٨٩ س) فيذهب به حيث يصب في قوالب على شكل عصى وهو ما يسمى بكبريت العمود .

(٦٣) ثنائي أكسيد الكبريت وحامض الكبريتوز

تدريب ١٢٣ — تجهيز ثنائي أكسيد الكبريت — خذ دورقا ذا قمع على شكل زهرة الحسك قد ركبت فيه أنبوبة ذات زاويتين قائمتين (شكل ٩٠) وضع فيه ١٥ جراما من مغروط (خراطة) النحاس واغمرها بحامض الكبريتيك المركز ثم سخنه حتى يصعد الغاز وافرا وحينئذ أزح اللهب حتى لا يغور السائل ثم اجمع الغاز في مخاير كما هو مبين (بشكل ٩٠) ولتعيين مقدار ما في أحد المخاير من الغاز تلى فيه شمعة رفيعة موقدة ثم املا سبعة مخاير ودورقا عازا وسمد فوهة الدورق بسداد من الصمغ المرن يجزء ملكه وضع طرف أنبوبة الوصل في أنبوبة اختبار مملوءة الى منتصفها ماء .



(شكل ٩٠)

تجهيز ثنائي أكسيد الكبريت

تدريب ١٢٤ — خواص ثنائي أكسيد الكبريت .

(١) قارن هذا الغاز من حيث الرائحة والمظهر والقابلية للذوبان بالغاز الذي جهز بتدريب ١٢٢ .

(ب) صَيِّنْ مخلّفة ثاني أكسيد الكبريت مستعملا الدورق الذى ملئ غازا في تدريب ١٢٣ .

(ح) هل ثانى أكسيد الكبريت قبل اللّوبان في الماء ؟ يّين تأثير المحلول في عباد الشمس ثم اذكر تأثير الفاز في ورق عباد الشمس الرطب ثم اغل المحلول بضع دقائق . هل لا يزال حامضيا ؟

(د) ضع أزهارا ناضرة اللون وشيئا من أوراق الأشجار الخضراء في عيار مملوء بثانى أكسيد الكبريت وبعد مدة لاحظ ماطرا من تغير فيها .

(هـ) يّين هل ثوى من المواد المألوفة القابلة للاحتراق تبقى محترقة في ثانى أكسيد الكبريت .

تدريب ١٢٥ — محلول ثانى أكسيد الكبريت في الماء .

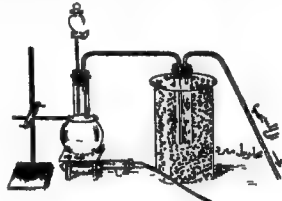
(أ) أضف الى محلول مركز من هذا الغاز في الماء محلول الصودا الكاوية قطرة قطرة حتى يتعادل المخلوط ثم سخن قطرات منه على زجاجة ساعة ولاحظ ما يبقى ثم يضر باقى المخلوط في وعاء وبعد أن يحف الجسم الصلب الحاصل الفحص وشرحه ونق قطعة صغيرة منه . هل هو متعادل مع عباد الشمس ؟ وماذا يشابه من المواد ؟ ضع الباقي منه في أنبوبة اختبار واغمره بحامض الكبريتيك أو الكلورودريك المخفف ولاحظ رائحة الغاز الصاعد ثم اذن من فوهة الأنبوبة قطعة من عباد الشمس الأزرق الرطب واحذر أن تلمس الحامض المخفف الذى سكبته في الأنبوبة . ما تأثير الغاز في عباد الشمس الأزرق ؟ وما طبيعته ؟

(ب) اقسم محلولاً في الماء من ثانى أكسيد الكبريت قد جهز حديثاً الى قسمين ثم أضف الى أحدهما قطرات من محلول ادر كسيد الباريوم أو كلوروره (الباريوم فلز يشابه الكسيوم كثيرا وادر كسيد الباريوم يشابه الجير المطفأ) . هل مايتكون من الراسب يذوب بإضافة حامض الكلورودريك المخفف اليه ؟ أترك القسم الثانى معترضا بضعة أيام .

(ح) افحص محلول ثانى أكسيد الكبريت الذى تركته معرضاً للهواء وأضف اليه محلول ادر كسيد الباريوم ثم حامض الكلورودريك . هل الراسب قد ذاب ؟ ما سبب اعتقادك أن محلول ثانى أكسيد الكبريت قد تغير من بعض الوجوه ؟

ثاني أكسيد الكبريت — هذا الأكسيد الحاصل من احتراق الكبريت في الأكسجين غاز مديم اللون ذو مذاق غريب ورائحة خافتة وكثيرا ما يستعمل لتطهير الحجر بعد المرض لأنه يفتك بالمكروبات وللحصول عليه تحترق شمعة كبريتية في الحجر الوبيثة ويجهز في المعمل غالبا من النحاس وحامض الكبريتيك المركز فيوضع مغروط (خراطة) النحاس في دورق ثم يغمر بالحامض ويسخن هذا حتى يكاد يغلي وبذلك يصعد الغاز بسرعة ويمكن جمعه بالإزاحة السفلية لأنه قابل للذوبان في الماء ويحصل على تيار منه أكثر استقرارا وانتظاما يجعل حامض الكبريتيك المنزوع بنصف حجمه من الماء يقطر على كبريتات الصوديوم الصلب قطرة قطرة .

خواص هذا الغاز الطبيعية — اذا امر ثاني أكسيد الكبريت في أنبوبة اختبار قد بردت بوضعها في مخلوط من الثلج والملح فانه يتحول الى سائل (شكل ٩١) ويمكن أيضا إسالته في درجات الحرارة المعتادة بضغط يساوي نحو ثلاثة ضغوط جوئية وبذلك يمكن بيعه في محصات وبختم درجة الحرارة يجمد . ويمتصه الماء اذا أصر فيه وفي درجة حرارة الصفر المئوي يذوب منه في الماء ما يساوي حجم الماء ٨٠ مرة .



(شكل ٩١) اسالة ثاني أكسيد الكبريت

خواص ثاني أكسيد الكبريت الكيميائية — لا يساعد ثاني أكسيد الكبريت على الاحتراق أو التنفس ومعنى ذلك أن ما فيه من الأكسجين متحد تمام الاتحاد بالكبريت بخلاف أكاسيد الأزوت وخصوصا أكسيد الأزوت الذي يكون فيه الأكسجين متحدا اتحادا متعلا حتى ان المواد القابلة للاحتراق تكاد تحترق فيه كما تحترق في الأكسجين النقي واذا كان ثاني أكسيد الكبريت رطبا أزال الألوان النباتية كاللون أكثر الأزهار ويستعمل في التجارة لتبييض (القش) والحرير وغيره من المنسوجات الرقيقة التي يتلفها الكلور .

وإذا أمر في الماء يذوب محدثا حامضا ضعيفا يعرف بحامض الكبريتوز وهذا المركب يشابه حامض الكربونيك في أنه يتجزأ بسهولة عظيمة فبتسخين المحلول يصعد ثاني أكسيد الكبريت عن آخره ناركا الماء .

وإذا أمرنا ثاني الأكسيد هذا في أدركسيد الصوديوم حتى يكتسب السائل رائحة الغاز ثم بخر المحلول حتى جف حصلت بلورات صلبة متعادلة مع عباد الشمس وظاهر أن هذا الجسم الصلب ملح لحامض الكبريتوز ويعرف بكبريتيت الصوديوم (قارنه بالأزوتيت) .

الكبريتيتات — إذا مزج كبريتيت بحامض مخفف حصل حامض كبريتوز لو سخن لتجزأ في الحال الى ثاني أكسيد الكبريت وماء ولظهر بذلك ثاني أكسيد الكبريت ويمكن استخدام هذا التفاعل في كشف الكبريتيتات فلو أضيف مثلاً الى الكبريتيت المذاب في الماء محلول من أدركسيد الباريوم أو أى ملح باريوم آخر لرسب كبريتيت الباريوم لأنه غير قابل للذوبان في الماء وهذا الراسب يذوب بسهولة في حامض الكلورديك المخفف .

حامض الكبريتوز عامل اختزال — يتغير حامض الكبريتوز تغيراً ما اذا ترك معرضاً للهواء لأن ما يتكون من الراسب بإضافة محلول ملح باريوم اليه لا يكون قابلاً للذوبان في حامض الكلورديك المخفف ويمكن أحداث هذا التغير بطريقة أسرع وذلك بإغلاء حامض الأزوتيك وإمرار الأبخرة الصاعدة الى النورق ورجها مع حامض الكبريتوز ويتوصل أيضاً الى نفس هذه النتيجة بإمرار الكلور في حامض الكبريتوز وظاهر أن هذه التغيرات لا تحدث إلا بمؤثرات مؤكسدة لحامض الكبريتوز يتحد بالأكسجين مكوناً حامضاً يحتوي على الأكسجين بنسبة أكبر مما فيه وهذا هو حامض الكبريتيك المألوف وأما الراسب الأبيض غير القابل للذوبان في حامض الكلورديك فهو كبريتات الباريوم .

وإذا أضيف الكلور الى حامض الكبريتوز فانه يتحول الى كورور لأيسروجين ويؤخذ الأيدروجين اللازم لذلك من الماء الموجود وهنا يقال إن الكلور قد اختزل ولو أنه لم يؤخذ منه أكسجين .

وهذا توسع في معنى كلمة "اختزال" في الاصطلاح حتى تشمل جميع الحالات التي يزيد فيها نسبة الأيدروجين أو أى عنصر فلزي في المركب أو تنقص فيها نسبة الأكسجين أو أى عنصر غير فلزي في المركب وبمثل ذلك يتوسع في معنى كلمة تأكسد على عكس ما ذكرنا .

أسئلة على الباب الرابع والعشرين .

- (١) اشرح تجهيز ثاني أكسيد الكبريت واذكر كيف تبتن أنه مختزل .
- (٢) اشرح كيف تحصل على عنصر الكبريت في ثلاث صور مختلفة .
- (٣) إذا أعطيت قطعة من كبريت العمود فيتن ما عمله لتحصل منها على أكسيد وحامض .
- (٤) اشرح التغيرات التي يمكن مشاهدتها أثناء ارتفاع درجة حرارة الكبريت إذا سخن في أنبوبة اختبار .
- (٥) ما الصور التي يكون عليها الكبريت طبيعياً ؟ إذا قيل إن معدناً تكون من الكبريت المتحد بفلز ما في التجارب التي تعملها لمعرفة وجود الكبريت في هذا المعدن .
- (٦) إذا أحرق الكبريت في خبثار مملوء أكسجيناً ورج الناتج مع محلول الصودا الكاوية ثم ركز المحلول الناتج ومزج بحامض الكلورديريك في التفاعل الحاصل وما خواص نتاجه ؟
- (٧) اشرح التغيرات الطبيعية والكيميائية التي تحدث عند إحراق كل من المادتين الآتيتين وحدها في الهواء :
 - (أ) الكبريت ؛ (ب) أكسيد الزئبق .
- (٨) وضع معنى التشكل في الاصطلاح بشرح الصور الرئيسية التشكلية لكل من المنصرين الكبريت والكربون .
- (٩) اكتب بالاسهاب على طريقة تعيين درجة حرارة انصهار جسم صلب مشيراً بعناية الى ما يمكن أن يقع في طريقك من الخطأ وما يمكن أن تتفذه من الاحتياط لاثباته .
- (١٠) اشرح كبريت العمود وزهر الكبريت وبتن كيف تحصل من أحدهما صورتيه مختلفتين من الكبريت المتبلور .

تمارين عملية

- (١) اغل محلولاً من كبريتات الصوديوم مدة بعد أن تضع فيه قطعة من كبريت العمود ثم يرشح المحلول ويضاف حامض الكلورديريك الى السائل الزاقي . حقق ما يحدث من غاز وجسم صلب .

(٢) جهاز مجلولا مركبا من حامض الكبريتوز وصين بالضغط حجم محلول الصودا الكالوية اللازم لإحداث التعادل في حجم ما من هذا الحامض ثم أضف الى كمية من الحامض كمية من محلول الصودا كافية لإحداث التعادل والى كمية أخرى كمية من محلول الصودا أيضا تساوى نصف ما يكفى لإحداث التعادل ثم يفر المزيجان ويقارن بين ما يحدث من الملاح في كل من الحالتين .

(٣) اجثت عن طبيعة الغاز الصاعد من تسخين كبريت العمود مع حامض الكبريتيك المركز .

الباب الخامس والعشرون — حامض الكبريتيك

(٦٤) ثالث أكسيد الكبريت وحامض الكبريتيك

تدريب ١٢٦ — تجهيز حامض الكبريتيك .

(أ) أضف الى حامض الكبريتيك المخفف شيئا من ماء الباريتا وبين هل الراسب قابل للذوبان في حامض الكلوريدريك المخفف ؟

(ب) اسكب في دورق شيئا من حامض الكبريتوز المجهز حديثا (محلول ثانى أكسيد الكبريت في الماء) وأمر فيه الأبخرة الحاصلة من اغلاء حامض الأزوتيك ورجها مع السائل ثم أمر في الدورق أيضا ثانى أكسيد الكبريت ولاحظ ما يحدث من التغير في لون الأبخرة وبعد قطع تيار ثانى أكسيد الكبريت أنفخ في الدورق بمفتاح نفخا لطيفا . هل يحدث تغير آخر في محتويات الدورق ؟

(ج) أضف الى المحلول الحاصل في التجربة السابقة ماء الباريتا . هل لا يزال السائل حامض الكبريتوز ؟

(د) اخضع محلول حامض الكبريتوز المجهز في تدريب ١٢٥ (ب) وهو الذى ترك عدة أيام واختبره بماء الباريتا لترى هل يحتوى على حامض الكبريتيك أم لا ؟

تدريب ١٢٧ — خواص حامض الكبريتيك .

(أ) سخن حامض الكبريتيك المركز في بودقة ولاحظ الأبخرة البيضاء الصاعدة .

(ب) ضع على قطعة من الورق في جملة مواضع منها حامضاً مركزاً ثم سخنها تسخيناً هيناً فوق لهب ضعيف ولاحظ ما يحدث في الورقة من التغير .

(ح) ضع في كوب نحو ٢٠ سم^٣ من محلول مركز من السكر في الماء وضع الكوب في وعاء ثم اسكب في محلول السكر مقداراً يساويه من حامض الكبريتيك المركز ولاحظ ما يحدث محققاً طبيعة الجسم الصلب والغازات الحاصلة .

(د) سخن في أنبوبة اختبار شيئاً من كبريت العمود المنغمور بحامض الكبريتيك المركز . ما الغاز الحاصل ؟

تدريب ١٢٨ — أملاح حامض الكبريتيك .

(١) اخضع كبريتات الصوديوم (ملح جلويزر) واذكر هل محلوله في الماء متعادل ؟ ثم أضف الى هذا المحلول قطرات من ماء الباريتا أو محلول كلورور الباريوم . هل الراسب الحاصل قابل للنوبان في حامض الكلورديك ؟

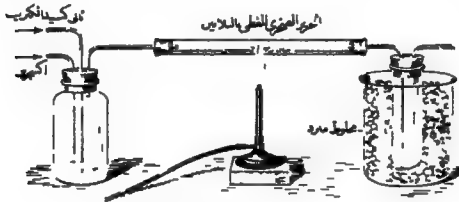
(ب) أذب في إحدى كيتين صغيرتين من حامض الكبريتيك المخفف موضوعتين في وعاءين مختلفين شريط المغنسيوم وفي الأخرى كربونات المغنسيوم ثم يغير المحلول المرشح في كل حالة حتى يقل حجمه . فصل البلورات وفارن بينها وعين تأثير محلول كل من النوصين في ماء الباريتا .

(ح) اخضع بلورات كبريتات الحديدوز (الزاج الأخضر) وسخن شيئاً منها بأشد ما يمكن في أنبوبة زجاج متينة ثم أسر الأنبوة في مقدار صغير من الماء واخضع من حامض الكبريتيك في المحلول الحاصل على هذا النحو .

(د) عادل محلول إدركسيد البوتاسيوم بحامض الكبريتيك المخفف ولاحظ حجم ما يلزم من كل ثم أضف الى ٥٠ سم^٣ من محلول البوتاسا حجم حامض الكبريتيك المخفف اللازم للتعاادل ثم يغير المحلول حتى يصغر حجمه فيحصل الملح واعمل تجربة أخرى مستعملاً ضعف حجم الحامض اللازم للتعاادل وبعد البخر وتحصيل البلورات قارن بين هذين الجسمين الصلبين وعين تأثير الحرارة في كل منهما محققاً طبيعة الغازات الحاصلة .

ثالث أكسيد الكبريت — يؤكسد حامض الكبريتوز بسهولة بخلاف ثاني أكسيد الكبريت فلا يسهل اتحاده بالأكسجين ولكن يمكن احداث ذلك بإمرار مخلوط

مجفف تماما من ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين على فلز البلاتين المجرأ الى أجزاء دقيقة وبذلك يتحد الغازان مكونين أكسيذا أعلى يسمى "ثالث أكسيد الكبريت". وللوصول الى ذلك ينقع الحرير الصخري أولا في محلول كلورور البلاتين ثم في محلول كلورور الأمونيوم ثم يجفف ويسخن الى درجة الاحمرار فيتطاير كلورور الأمونيوم وينقسم كلورور البلاتين فيخرج الكلور غازا ويركد البلاتين على الحرير الصخري مسحوقا ناعما دقيقا ثم يمر مخلوط من ثاني أكسيد الكبريت والأكسجين المجففين تماما في الأنبوبة المحتوية على الحرير الصخري المغطى بالبلاتين (شكل ٩٢)، فإذا سخن الحرير الصخري تسخينا هينا يتبدى الاتحاد وتظهر أبخرة ثالث أكسيد الكبريت الثقيلة البيضاء ويأمرارها في أنبوبة قد بردت بمخلوط مبرد تتكاثف على شكل أبر بلورية.



(شكل ٩٢) تجهيز ثالث أكسيد الكبريت

ولا يمكن الاحتفاظ ببلورات ثالث أكسيد الكبريت إلا بوضعها في أنبوبة مسدودة بالشمع الأحمر لأنها تمتص الماء من الهواء في الحال وتنتج ولذا كان ثالث أكسيد الكبريت من أقوى عوامل التجفيف المعروفة وهو يذوب في الماء حالا محدثا حامض الكبريتيك ويسمى لذوبانه أزيز.

ثالث أكسيد الكبريت + ماء = حامض الكبريتيك

وعند تسخين بلورات الزاج الأخضر تسخينا شديدا يصعد ثالث أكسيد الكبريت مع البخار المائي وقد كان هذا التفاعل يستخدم قديما في صناعة حامض الكبريتيك.

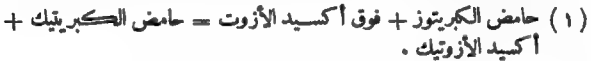
حامض الكبريتيك — اهتدى أخيرا الى صناعة حامض الكبريتيك بإذابة ثالث أكسيد الكبريت في الماء ويجهز ثالث أكسيد الكبريت هذا من ثاني أكسيد

الكبريت باستعمال البلاطين الدقيق التجزئى ولعظم ثمن البلاطين تكون الصفقة الأولى عظيمة جدًا ولكن لا يفقد البلاطين أثناء العملية ومع ذلك لا تزال مقادير عظيمة جدًا من هذا الحامض تصنع بالطريقة القديمة التي يؤكسد فيها حامض الكبريتوز بأبخرة حامض الأزوتيك .

ويمكن شرح هذه العملية بإغلاء حامض الأزوتيك وإمرار البخار الصاعد منه فى دورق يحتوى على حامض الكبريتوز ورج الدورق حتى تمس الأبخرة السائل مسا تاما فيخفض لونها الخفيف ويظهر الدورق ملائنا باز يكاد يكون عديم اللون فاذا فقع الهواء أو الأكسجين فى الدورق عند ذلك صار الغاز العديم اللون أسمر عمرا أدكن .

ولورجنا الى خواص أكاسيد الأزوت لتبين لنا أن الغاز العديم اللون هو أكسيد الأزوتيك الذى يتأكسد بدخول الهواء الى فوق أكسيد الأزوت وبماسته بعد ذلك الحامض الكبريتوز باختزال فوق أكسيد الأزوت الى أكسيد الأزوتيك ثانيا وهذه العملية يمكن تكررها ما أريد التكرار .

ويحتوى معظم السائل فى الدورق على حامض الكبريتيك المخفف ويمكن استخدام كمية أكسيد الأزوتيك نفسها مرات عديدة فى تحويل حامض الكبريتوز الى حامض الكبريتيك فالتفاعلات الحادثة هى :



أى أن فوق أكسيد الأزوت الحاصل فى التفاعل مهيا للدخول فى التفاعل الأمل ثانيا . وهناك مركب آخر يحتمل أن يكون مكونا من تماس أكسيد الأزوتيك وحامض الكبريتوز ولكن المهم فى هذه الطريقة هو أكسدة حامض الكبريتوز بواسطة أكسجين الهواء يستخدم أكسيد الأزوتيك حاملا له .

وفى صناعة هذا الحامض يحصل ثاقى أكسيد الكبريت اللازم باحساء البرايتيز الحديدى (كبريتور الحديدك) فيمز فى مستودعات كبيرة من الرصاص تنفذ فيها فوارات من البخار المائى وكذا تدخل فيها أبخرة حامض الأزوتيك لأن أكسيد الأزوتيك يتسرب الى الحق بالتدرج فيلزم تجديده ثم يسيل حامض الكبريتيك المخفف من قعر هذه المستودعات ويركز بالتقطير .

(٦٥) خواص حامض الكبريتيك

تعاادل حامض الكبريتيك — إذا مزج حامض الكبريتيك المركز بقلوى كاو فإنه يحدث تفاعل شديد وتنشأ حرارة عظيمة ويصعد البخار المائى صعودا شديدا يكاد يشبه الفرقعة ولتعاادل الحامض المخفف تستعمل الطريقة المعتادة (صفحة ٥٤) وعند بخر محلول متعاادل تحصل بلورات كبريتات فن إدركسيد البوتاسيوم وحامض الكبريتيك تحدث كبريتات البوتاسيوم .

إدركسيد البوتاسيوم + حامض الكبريتيك = كبريتات البوتاسيوم + ماء
وإذا كان ماينتج من الملح غير قابل للذوبان في الماء فإنه يرسب فكبريتات الباريوم يرسب إذا أضيف حامض الكبريتيك الى محلول يحتوى على ملح من أملاح الباريوم وهذا التفاعل يستخدم في كشف حامض الكبريتيك أو كبريتات في محلول ما فمثلا لو أضيف محلول كلورور الباريوم الى محلول كبريتات البوتاسيوم كان :

كلورور الباريوم + كبريتات البوتاسيوم = كبريتات الباريوم + كلورور البوتاسيوم
الكبريتات المتعادلة والكبريتات الحامضية — يمكن الحصول على كبريتات بوتاسيوم آخر بهذه الطريقة وهي :

يعتبر حما محلول أدركسيد البوتاسيوم وحامض الكبريتيك اللازمان لاحداث التعادل ثم يضاف الى حجم معين من حامض الكبريتيك نصف حجم ما يلزم من محلول القلوى لاحداث التعادل تماما .

فعند البخر تحدث بلورات تختلف عن بلورات كبريتات البوتاسيوم العادى لو أذيت في الماء لحصل محلول حامضى ولا تحتوى على ماء التبلور ولكن لو رفعت الحرارة الى درجة عالية لصعد منها بخار مائى وهذا يثبت أنها تحتوى على أيدروجين لم يحل محله البوتاسيوم وهذه المادة تسمى في العرف بكبريتات البوتاسيوم الحامضى أو كبريتات البوتاسيوم الأيدروجينى والكبريتات الذى يحصل بالتعاادل الكامل يعرف بكبريتات البوتاسيوم المتعاادل (العادى) .

ولكون حامض الكبريتيك يتحد بمزأين مختلفين من القاعدة محدثا ملحين يسمى حامضا ثائى القاعدة ولهذا يختلف عن الحوامض الأخرى كحامض الكلورودريك وحامض الأزوتيك وهى التى تتحد بالقواعد بنسبة واحدة فقط ولذا تسمى بالحوامض الأحادية القاعدة .

إن إمكان تجهيز كبريتامين يحتوى أحدهما على الأيدروجين وعلى نصف كمية الفلز التى فى الكبريتات الأخر يشير الى أن الحامض الثانى القاعدية لحامض الكبريتيك يحتوى على قسمين من الأيدروجين والى أن الفلز يمكن أن يحل محل أحد هذين القسمين أو يحل محلهما معا .

حامض الكبريتيك يمتص الماء — يمتزج هذا الحامض بالماء بأى نسبة وتحصل أثناء التوبان حرارة كثيرة ولسهولة امتصاصه للماء عظمت فائدته فى التجفيف ولذا يستعمل لتجفيف الغازات كما يستعمل فى المخففات .

ولهذا أيضا يزيل هذا الحامض الأيدروجين والأكسجين عن كثير من المواد بنسب احدهما لتكوين الماء وهو يصير المواد العضوية غفيا كالخشب والورق والسكر وهذه المواد تسمى مائيات الكربون وتحتوى على الكربون والأيدروجين والأكسجين فاذا فصل عنها عنصرا الماء يبقى الكربون فتلا لو سكب محلول مركز من السكر فى حامض الكبريتيك المركز لأزبد لأزبدا شديدا وصعدت بسبب البخار وثانى أكسيد الكبريت وبقى جسم ذو مسام من الكربون ممتزج بهذين الغازين .

ومثل ذلك يؤثر الحامض المركز فى حامض الأكساليك متمصا منه عنصري الماء وتاركا مزيجا من أول أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكربون ويستعمل هذا التفاعل فى تجهيز أول أكسيد الكربون (صفحة ١١٧) .

استعمال حامض الكبريتيك مؤكسدا — يكون الحامض المركز مؤكسدا قويا وتستخدم هذه الخاصية فى تجهيز ثانى أكسيد الكبريت من حامض الكبريتيك والنحاس فيؤكسد جزء من أيدروجين الحامض الى ماء بالتفاعل أى أن بعض حامض الكبريتيك يفتقر الى حامض الكبريتوز الذى يتجزأ فى درجة الحرارة العالية الى ثانى أكسيد الكبريت والماء وهالك التفاعلات الحادثة فى ذلك :



وهذه التفاعلات تحدث فى آن واحد فالأكسجين المستعمل فى معادلة (١) يحصل كما هو مبين بمعادلة (٢) ويؤكسد حامض الكبريتيك الكبريت والكربون الى ثانى

أكسيد الكبريت وثاني أكسيد الكربون كل لنظيره وينتج من الكربون مع حامض الكبريتيك المركز مخلوط من ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت .

تأثير حامض الكبريتيك في أملاح الحوامض الأخرى — إذا سخن حامض الكبريت المركز مع أملاح الحوامض الأخرى فإنه غالبا يطرد الحامض الآخر ويحل محله فتلا :

كلورور الصوديوم + حامض الكبريتيك = كبريتات الصوديوم الأيدروجيني + كلورور الأيدروجيني .

ولكن لو أمر كلورور الأيدروجيني في محلول مشبع من كبريتات الصوديوم لأيدروجيني فإن بلورات ملح الطعام (كلورور الصوديوم) المكعبة الصغيرة تظهر ويتكون حامض الكبريتيك محلولاً .

كلورور الأيدروجيني + كبريتات الصوديوم الأيدروجيني = كلورور الصوديوم + حامض الكبريتيك

وهذا مثال من أمثلة التفاعلات القابلة للانعكاس (صفحة ١٠٠) فطريق التفاعل يتوقف على الحالات في الحالة الأولى كان كلورور الأيدروجيني أكثر تطايراً من حامض الكبريتيك فخرج بمجرد تكونه فلا يحدث التغير العكسي الميّن بالمعادلة الثانية أما في الحالة الثانية فهناك كثير من كبريتات الصوديوم الأيدروجيني يمز فيه تيار مستمر من كلورور الأيدروجيني ومن حيث أنه لا يوجد في أول الأمر ملح ولا حامض كبريتيك فإن التفاعل ينتجهما وباستمرار التفاعل تزيد كمية الملح والحامض فيبتدئ التفاعل العكسي حتى يخرج كلورور الأيدروجيني من المخلوط بسرعة دخوله فيه .

ومن حيث أن حامض الأزوتيك أكثر تطايراً من حامض الكبريتيك لحامض الكبريتيك المركز يفعل هذا الفعل مع الأزوتات عند تسخين مخلوط مع أحد هذه الأزوتات وهكذا يحصل مع الأملاح الأخرى للحوامض المتطايرة .

أسئلة على الباب الخامس والعشرين

(١) ما الأحوال التي يتفاعل فيها حامض الكبريتيك مع (أ) الكربون (ب) النحاس (ج) حامض الأكساليك وما المواد الحاصلة في كل حالة ؟

(٢) اكتب على طريقة صناعة حامض الكبريتيك من البرايتز الحديدى .

- (٣) اشرح طرقاً لتجهيز الزاج الأخضر والزاج الأزرق وكبريتات الكالسيوم من حامض الكبريتيك .
- (٤) كيف تثبت أن المساتين الحاصلتين من إذابة الحديد في حامض الكبريتيك المخفف عاملاً اختزال ؟
- (٥) اشرح كيف تجهز كلا من (أ) الكبريت و (ب) ثاني أكسيد الكبريت من البرايتز الحديدى ثم برهن على أنك حصلت بالفعل كلا من هاتين المساتين .
- (٦) اشرح بالدقة تأثير حامض الكبريتيك المركز (أ) في السكر (ب) في الزئبق (ج) في الخارصين (د) في ملح الطعام وبين في أى هذه الحالات يخالفه تأثير الحامض المخفف .
- (٧) إذا أحرق الكبريت في مقدار كبير من الأكسجين وأمر مخلوط الغازات الحاصلة على الحرير الصغرى المغطى بالبلاطين المسخن ثم أمر بعد ذلك في الماء فاشرح التغيرات الحادثة و اشرح أيضاً خواص السائل الحاصل .
- (٨) كيف تحصل من حامض الكبريتيك كميات صغيرة من الكبريت الصلب وكيف تثبت تحصيلك لهذا العنصر ؟
- (٩) بين الفرق بين الملح المتعادل (العادى) والملاح الحامض (الأيدروجينى) و اشرح تجارب يحصل بها هذان الملحان من حامض واحد .
- (١٠) ما معنى الحامض الثنائى القاعدية ؟ مثل لذلك بأمثلة وبين طريقة تعيين قاعدية أحد الحوامض .
- (١١) إذا أعطيت ما تحتاج اليه من النحاس والصدويوم وحامض الكبريتيك والماء فبين كيف تجهز منها بلورات كبريتات الصوديوم ؟
- (١٢) كيف تبين أن حامض الكبريتيك يتركب من عناصر الأيدروجين والأكسجين والكبريت ؟
- (١٣) إذا سخن مخروط (خراطة) النحاس مع حامض الكبريتيك المركز صعد غاز وحصل جسم صلب ناعم قائم يبقى معلقاً فيما زاد من الحامض، اشرح خواص هذا الغاز واذكر طريقتين أخريين لتجهيزه مبيناً تركيب الجسم الصلب القائم .
- (١٤) اشرح طريقة لتجهيز ثالث أكسيد الكبريت و اكتب على خواصه الكيميائية والطبيعية .

- (١٥) اشرح بالضبط تجهيز كبريتاتين للصوديوم من حامض الكبريتيك و كربوات الصوديوم .
- (١٦) اشرح كل ما تتوقع مشاهدته إذا سكب حامض الكبريتيك المركز في الماء ووضح التغير الحادث و اشرح تجربتين أخريين لبيان الخواص الخاصة بحامض الكبريتيك .
- (١٧) اشرح ثلاثة أمثلة لبيان ما يحدث غالبا من تفاعل حامض وملح بحيث ينتج حامض آخر وملح آخر ثم اشرح حالتين يتكون في كل منهما من تفاعل حامض وملح مواد أخرى غير السابقة .
- (١٨) اذكر ثلاثة أملاح و بين ما تفهمه من كلمة ملح في الاصطلاح ثم اذكر الفرق بين الملح الحامض والملح المتعادل .
- (١٩) اشرح الإصطلاحين — الحامض والقاعدة — ووضح الجواب مستشهدا بثلاث أكسيد الكبريت وثاني أكسيد الكربون وإدركسيد الكلسيوم وأكسيد الزرنيخ .
- (٢٠) كيف تجهز ثاني أكسيد الكبريت ؟ وما التأثيرات الكيميائية الحادثة من إمرار ثاني أكسيد الكبريت (ا) في ماء الكلور (ب) في حامض الأزوتيك ؟

تمارين عملية

- (١) جهز بلورات ثالث أكسيد الكبريت كما يأتي :
- أمر مخلوطا من الأكسجين الجاف وثاني أكسيد الكبريت في أنبوبة تحتوي حل الحرير الصخري المغطى بالبلاطين المسخن ثم أمر الغاز الذي يخرج منها في أنبوبة ذات شعبتين موضوعة في مخلوط مبرد مكون من الثلج والملح ويمكن تجهيز الحرير الصخري المغطى بالبلاطين كما هو مبين بصفحة (٢٣٣) ويجب الاحتناء التام بتجفيف جميع أجزاء الجهاز وملح الطعام .
- (٢) اصهر ملح البارود في بودقة ثم أضف اليه قطعا دقيقة من الكبريت واترك الجسم الصلب يبرد ثم أذبه في الماء المقطر وابحث فيه عن كبريتات . وضع تكون هذه الكبريتات .

الباب السادس والعشرون - الكبريتورات

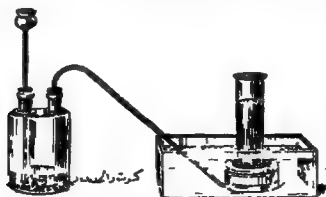
(٦٦) كبريتور الأيدروحين

تدريب ١٢٩ - تجهيز كبريتور الأيدروحين .

(أ) خذ أنبوبة زجاج متينة وأحكم سدّ فمّيتها بسداد من الصمغ المرن تنفذ فيه أنبوبة زجاج قصيرة وضع شيئاً من مسحوق الكبريت عند أحد الطرفين وأمر فيها تياراً من الأيدروحين ومغن الكبريت يمتدّ خلوص الغاز الخارج منها من الهواء . لاحظ رائحة الغاز الخارج وعين تأيره في ورق عباد الشمس الأزرق المنثى ثم أمر هذا الغاز على ورق مشرب محلول أزونات الرصاص ولاحظ ما يحدث .

(ب) عين خواص الغاز الحاصل من فعل حامض الكلورديك المخفف في كبريتور الحديد وقد تحصل عليه في تدريب ١٢١ (ب) وبين فعله في ورق عباد الشمس الأزرق وفي ورق التنشيف المشرب محلول أزونات الرصاص .

(ج) جهز مقداراً كبيراً من هذا الغاز إما في جهاز "كپ" Kipp (شكل ٩٥) وإما في الجهاز المبين (شكل ٩٣) . ويمكن تحصيل هذا الغاز من كبريتور الحديدوز مع حامض الكلورديك ثم جمعه فوق الماء الساخن وإذا أريد تحصيله جافاً يمكن ملء المخاير منه بالإزاحة السفلية .



(شكل ٩٣) تجهيز كبريتور الأيدروحين

تدريب ١٣٠ — خواص كبريتور الأيدروجين .

(أ) ركب على جهاز تجهيز هذا الغاز فؤارة من الزجاج واختبر ما يخرج منها من الغاز على النحو المبين بتدريب ٤٤ (ب) وبسد ذلك أشعله ولاحظ رائحة الغاز الحاصل من الاحتراق وأعمل تجارب تبيين بها خواصه ثم ضع على اللهب دورقا جافا نظيفا مملوا ماء باردا وحقق طبيعة الجسمين الصلب والسائل الحاصلين إن أمكن ذلك .

(ب) أدخل شعبة رفيعة موقدة في مخار جاف مملوء بكبريتور الأيدروجين وبين هل الغاز يساعد على الاحتراق ثم لاحظ أتجة الاحتراق ؟

(ح) ضع في مخار آخر مملوء بهذا الغاز قطرات من حامض الأزوتيك المركز ثم غط فوهته وحركه حتى يسيل الحامض على جوانبه وعين ما يمكنك تمييزه من أتجه التفاعل .

(د) امزج كبريتور الأيدروجين والكلور الموجودين في مخارين ثم أدخل في أحد المخارين بعد إتمام المزج قضيبا مغموسا في محلول النشادر وعين الغاز والجسم الصلب اللذين يتكونا .

(هـ) وبمثل ذلك اشف نتيجة مزج ثاني أكسيد الكبريت بكبريتور الأيدروجين .

(و) ضع قطعاً من النحاس والرصاص في أنية تحتوى على كبريتور الأيدروجين وبعد بضع ساعات لاحظ التأثير الحادث في هذين الفلزين .

تدريب ١٣١ — خواص محلول كبريتور الأيدروجين .

(أ) أمر هذا الغاز في أنبوبة اختبار تحتوى على قليل من السستيمترات المكعبة من الماء وبين تأثير المحلول في عباد الشمس ثم امزجه بمحلول أزوات الرصاص المخفف وكذلك أمر في مقدار آخر من محلول أزوات الرصاص فقايح من كبريتور الأيدروجين حتى لا يحصل تغير بسد وقارن بين التأثيرات في الحالتين محصلا لأجل ذلك الأجسام الصلبة الراسبة .

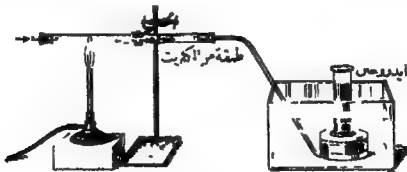
(ب) أمر كبريتور الأيدروجين في محلول خلاص الرصاص وثارن بين الجسم الصلب الحاصل وبين الأجسام الصلبة الحاصلة في تدريب ١٣١ (أ) هل ترى فرقاً ؟

(ح) أمر كما سبق كبريتور الأيدروجين في محلول كبريتات النحاس (الزجاج الأزرق) وكبريتات الحديدوز (الزجاج الأخضر) وخلات النحاسين وكبريتات المغنسيوم (الملح الإنجليزي) وكلوور الصوديوم (ملح الطعام) ولاحظ نتيجة ذلك في كل حالة .

فعل الحوامض في الكبريتورات — إذا سخن الحديد مع الكبريت تدريب ١٢١ (ب) حدث كبريتور الحديد وإذا مزج كبريتور الحديد بحامض الكلورديك أو الكبريتيك المخففين صعد غاز عديم اللون ذو رائحة كريهة خاصة وهذا الغاز يمكن الحصول عليه من الكبريتورات الأخرى وهو يحترق بلهب أزرق خفيف .

تركيب الغاز الحادث من الكبريتورات — إذا أحرق هذا الغاز خارجا من فتوة (مثل الأيدروجين في تدريب ٤٥ ب) حصل ثاني أكسيد الكبريت الذي يعرف برائحته الخاصة به وإذا عرض للهب سطح بارد ركد الكبريت عليه مع قطرات من سائل عديم اللون يمكن إثبات أنه ماء .

ومن ذلك نعرف أن هذا الغاز يحتوى على كبريت وربما على أيدروجين أيضا ولكن الأيدروجين اللازم لتكوين الماء ربما كان ممزوجا بهذا الغاز فإذا كان كذلك فلا بد أن تكون كمية الأيدروجين صغيرة جدًا إذ لو رجع الغاز مع البوتاس الكاوية لامتص عن آخره تقريبا مع أن البوتاس الكاوية لا تمتص الأيدروجين فمعد إمرار الغاز العديم اللون في أنبوبة زجاج مسخنة يظهر على جوانبها الباردة راسب من الكبريت (شكل ٩٤) وإذا جمع الغاز الخارج منها ورج مع محلول البوتاس الكاوية يبقى أكثره غير ممتص ويمكن بيان أنه أيدروجين والظاهر أن الغاز العديم اللون قد تحلل بالحرارة إلى كبريت وأيدروجين .



(شكل ٩٤) تأثير الحرارة في كبريتور الأيدروجين

وإذا أمر الأيدروجين في أنبوبة تحتوي على كبريت مسخن يرى أن رائحة الغاز الذي يخرج منها هي نفس الرائحة الكريهة التي سبق ذكرها وهذا الغاز يحول لون ورقة تشيف مشربة بمحلول أزوتات الرصاص الى السواد وهذا الأثر نفسه ينتج من الغاز الحاصل من كبريتور الحديد مع حامض مخفف ومن هذه التعارب الثلاث المختلفة يظهر أن الغاز الحاصل من فعل الحوامض المخففة في كبريتور الحديد هو مركب من الأيدروجين والكبريت ويسمى بكبريتور الأيدروجين وكان يسمى سابقا بالأيدروجين المكبرت .

تجهيز كبريتور الأيدروجين — يجهز كبريتور الأيدروجين بفعل حامض الكلورديك المخفف في كبريتور الحديد (كبريتور الحديدوز) ولكون هذا التجهيز لا يحتاج الى حرارة يمكن استعمال الجهاز المبين (بشكل ٩٣) .

ويستعمل في كثير من المعامل جهاز من شكل آخر يعرف بجهاز "كب" (Kipp) (شكل ٩٥) وهو يتركب من ثلاث بصالات يوضع في الوسطى منها كبريتور الحديد وهي تتصل بالبصلة السفلى بتقوب ويصل الحامض الى هذه بأنبوبة متوسطة واصله من البصلة العليا التي يسكب فيها الحامض الذي لا يدخل البصلة الوسطى لتأثير ضغط الهواء المحبوس فإذا فتح الصنبور يخرج الهواء ويصعد الحامض الى البصلة الوسطى حيث يلامس كبريتور الحديد وعند قفل الصنبور يضغط كبريتور الأيدروجين الصاعد على الحامض فيرجعه الى المستودع السفلى وبذا يقف التفاعل الى أن يفتح الصنبور ثانيا .



(شكل ٩٥) جهاز "كب"

تركيب كبريتور الأيدروجين — تؤخذ أنبوبة طويلة من الزجاج المتين تحتوي على ملف طويل من صفائح القصدير ويمط طرفاها حتى يصير قطرها نصف ما كان عليه ثم تملأ بكبريتور الأيدروجين ويسد الطرفان بلهب البورى ثم تسخن صفائح القصدير عند أحد الطرفين فقط ويترك باقي الأنبوبة باردا وهكذا يسخن جزء بعد آخر حتى يسخن جميع القصدير ويلاحظ أن الغاز يسود بسرعة أولا ثم يبطء وهذا يدل على أنه لم يبق من كبريتور الأيدروجين إلا قليل وبعد أن يبرد الجهاز يكسر أحد الطرفين

المسدودين تحت الزئبق فيرى أنه لا يدخل الأنبوبة وأنه لا يخرج منها فقاع غازية أى أن الضغط فى الأنبوبة إذن يساوى الضغط الخارجى وهذا دليل على أن حجم الغاز الباقى يساوى حجم كبريتور الأيدروجين الأصلى ويمكن اثبات أن هذا الغاز الباقى هو الأيدروجين فيكون :

القصدير (جسم صلب) وحجم من كبريتور الأيدروجين يكوّنان
حجما من الأيدروجين + كبريتور القصدير (جسم صلب)

خواص كبريتور الأيدروجين — يمكن إمالة كبريتور الأيدروجين وإجماده وهو قابل للذوبان فى الماء ولكنه أقل ذوبانا فى الدفع منه فى البارد فيجب استعمال الماء الدفع إذا لزم جمعه وهو سام جدا فلا ينبغي تجهيزه إلا فى خزانة البخار وينفصل هذا الغاز بالتسخين الى أيدروجين وكبريت كما رأينا وإذا أذيب فى الماء يتأكسد ببطء بأكسجين الهواء فيتحول الى ماء وكبريت يظهر راسبا وإذا أحرق فى الهواء فإلى ماء وثانى أكسيد الكبريت هما الحاصلان الرئيسان ويمكن أكسدة أيضا بمزجه بالكلور فيلشأ الكبريت وكلورور الأيدروجين .

ويستعمل أيضا مختللا فإذا مزج بثانى أكسيد الكبريت يفقد هذا أكسجينه الذى يتحد بأيدروجين الكبريتور ليحصل الماء ولإتمام هذا التفاعل يجب أن يكون حجم كبريتور الأيدروجين ضعف حجم ثانى أكسيد الكبريت .

ويتفاعل كثير من الفلزات مع كبريتور الأيدروجين (صفحة ٢٤٣) فيحصل الأيدروجين وكبريتور الفلز أى أن كبريتور الأيدروجين يفعل فعل الحوامض ويثبت هذه الحقيقة فخال مخلوله فى الماء تفاعلا حامضيا بعض الشيء .

تجهيز الكبريتورات — يستعمل لتجهيز الكبريتورات طرق عديدة :

(١) اتحاد الكبريت مباشرة بالعناصر الأخرى كالحديد ومن الأمثلة التى يحسن ذكرها هنا تجهيز كبريتور الكبريت (صفحة ٢٢٥) بإمرار بخار الكبريت على الكربون السخين ويتكاثف ما يحدث من السائل المتطاير فى أنابيب مبردة .

(٢) إحلال الفلزات محل أيدروجين كبريتور الأيدروجين كما فى حالة القصدير (صفحة ٢٤٣) .

(٣) تعادل المحلولات القلوية بكبريتور الأيدروجين مثال ذلك اشباع محلول أدر كسيد الصوديوم بهذا الغاز .

(٤) رسوب كبريتور غير قابل للذوبان وذلك بإمرار كبريتور الأيدروجين في محلول ملح فتتلا :

أزوتات الرصاص + كبريتور الأيدروجين = أزوتات الأيدروجين + كبريتور الرصاص .

كبريتات النحاس + كبريتور الأيدروجين = كبريتات الأيدروجين + كبريتور النحاس .

ولا يمكن تجهيز الكبريتورات القابلة للذوبان في الحوامض المخففة بهذه الطريقة لأن أحد أقطب التفاعل يكون حامضاً دائماً فلو أمر كبريتور الأيدروجين مثلاً في محلول كبريتات انخارصين لكان التاجان الممكن هما كبريتور انخارصين وحامض الكبريتيك ولكن لكون كبريتور انخارصين قابلاً للذوبان في حامض الكبريتيك لا يظهر وأما إذا أضيف محلول كبريتور الأمنيوم إلى محلول كبريتات انخارصين فالتاجان الممكنان هما كبريتور انخارصين وكبريتات الأمنيوم (لحامض الكبريتيك) فيحدث التفاعل الآتي :

كبريتات انخارصين + كبريتور الأمنيوم = كبريتور انخارصين + كبريتات الأمنيوم

ولا يمكن تكوين راسب من محلولات أملاح بعض الفلزات الأخرى لأن كبريتور الفلز قابل للذوبان حتى في المحلولات المتعادلة أو القلوية فكبريتور الكالسيوم أو الصوديوم لا يمكن الحصول عليه بالرسوب .

ويجب ملاحظة أن الحقائق التي ذكرناها الآن مهمة في الكشف الكيميائي لأن صراعاتها تمكننا من تقسيم الأملاح الفلزية في محلولاتها إلى ثلاث طوائف .

(أ) أملاح الفلزات التي لا يمكن أن ترسب كبريتورات من محلولاتها بسبب قبيضية هذه الكبريتورات للذوبان مثال ذلك : أملاح الصوديوم .

(ب) أملاح الفلزات التي يمكن أن ترسب كبريتورات من محلولاتها بإضافة محلول كبريتور الأمنيوم إلى هذه المحلولات مثال ذلك : أملاح انخارصين .

(ج) أملاح الفلزات التي يمكن أن ترسب كبريتورات من محلولاتها بإضافة كبريتور الأيدروجين ولو مع وجود حامض مخفف مثال ذلك : أملاح النحاس .

أسئلة على الباب السادس والعشرين

- (١) ما الذى يحدث من إمرار كبريتور الأيدروجين فى المحولات الآتية :
(أ) كبريتات النحاس و(ب) أزوتات الرصاص و(ج) كلورود البوتاسيوم ؟
- (٢) كيف تتبين أن كبريتور الأيدروجين عامل اختزال ؟
- (٣) أذكر أمثلة لتفاعل كبريتور الأيدروجين (أ) مع جسم صلب و(ب) سائل و(ج) غاز وشرح فى كل حالة الجهاز المستعمل للتفاعل وتحصيل النتيجة .
- (٤) كيف تعين حجم الأيدروجين الذى يمكن تحصيله من حجم معين من كبريتور الأيدروجين وما الذى تستنتجه من التجربة من حيث تركيب الغاز المركب ؟
- (٥) وضع معنى كلمتى الأكسدة والاختزال فى الاصطلاح بشرح تجربة فيها كبريتور الأيدروجين وتجربة فيها مادة أخرى ثم اذكر كل ما عمله فى كلتا التجربتين وارسم الجهاز الذى تستعمله .
- (٦) ما النتيجة الحاصلة من سكب حامض الكبريتيك المخفف على كبريتات الصوديوم وعلى كبريتور الصوديوم ؟ اشرح ما يحدث من مزج أنقبة التفاعلين .
- (٧) وضع تأثير (أ) إمرار الأيدروجين فى أنبوبة تحتوى على الكبريت المسخن (ب) إمرار كبريتور الأيدروجين وحده فى أنبوبة مسخنة . كيف تعامل التضارب الظاهرى فى الحقائق ؟
- (٨) اشرح بالإسهاب تجربة تثبت بها أن كبريتور الأيدروجين يحتوى على أيدروجين مساو له فى الحجم .
- (٩) اشرح ثلاث تجارب لبيان عمليات الأكسدة وثلاث تجارب لبيان عمليات الاختزال .
- (١٠) الغاز الحاصل من تأثير حامض الكبريتيك المخفف أو حامض الكلورديريك فى كبريتور الحديد الصناعى هو مزيج من كبريتور الأيدروجين والأيدروجين كيف تثبت (أ) صحة هذه العبارة (ب) وكيف تستخرج نموذجاً من كبريتور الأيدروجين النقي من هذا المزيج (ج) وكيف تحصل نموذجاً من الأيدروجين النقي منه .
- (١١) ما العلاقة بين ثالث أكسيد الكبريت والأكسجين ؟ اذكر ما يمكنك من الحالات المشابهة لذلك مشيراً الى أوجه الشبه والاختلاف .

(١٢) كيف تمحل (١) الأيدروجين يتحد بالأكسجين و(ب) الأيدروجين يتحد بالكبريت ؟ اكتب على المركب الحاصل في كل من الحالتين .

(١٣) كيف يمكن تجهيز مركب الكبريت (١) مع الكربون (ب) مع الأيدروجين (ح) مع الحديد ؟ اشرح مظهر كل من هذه المركبات واذكر أهم خواصها .

تمارين عملية

(١) أضف محلول كبريتيت الصوديوم الى مزيج من الخارصين وحمض الكلورديريك المخفف ثم يترسب غاز الصاعد في دورق مشرب خللات الرصاص ووضعه طليعة التفاعل .

(٢) أمر كبريتور الأيدروجين في محلول البوتاسا الكاوية حتى لا يمتص منه شيء بعد ثم يخفف المحلول حتى يحصل منه على بلورات ويعين تأثير حامض الكلورديريك المخفف في هذه البلورات ويعين ما يحدث عند تسخينها تسخيناً شديداً في أنبوبة زجاج متينة .

(٣) قسم الفلزات بحسب قابلية ذوبان كبريتوراتها في الماء والمحلولات القلوية والمحلولات الحامضية .



الباب السابع والعشرون — قانون النسب المضاعفة

(٦٧) تركيب أكسيد الكربون

اتحاد الكربون بالأكسجين — سبق أن لاحظنا حالات يتكوّن فيها من عنصر واحد مع عنصر آخر أكثر من مركب واحد ونبحث الآن عن تركيب أكسيد الكربون .
يكفى لتحديد وزن الكربون والأكسجين المتحدين لتكوين ثاني أكسيد الكربون أن يمتص ثاني أكسيد الكربون الذي يحدث إذا أحرق وزن معين من الكربون ثم يعيّن وزنه .

ولذلك يوزن في طبق صغير مستطيل من الصفيّ قليل من الفحم النقي المصنوع من السكر ويوضع الطبق بما فيه في أنبوبة زجاج متينة ويسخن تسخيناً شديداً أثناء

∴ جرام من الكربون يقصد به ٢,٥٨ من الجرامات من الاوكسجين .

وقد استنبط "دوماس" (Dumas) و"ستاس" (Stas) بعد بحث دقيق سنة ١٨٤٠ أن ٣ جرامات من الكربون يقصد به ٩ جرامات من الأكسجين بالضبط فيحصل ١١ جراما من ثاني الأكسيد وهذا البحث يقيم لنا مثلا آخر في قانون النسب الثابتة أو المحدودة (صفحة ١٣٢) ولقد أجريت بعد ذلك عدة تجارب فأثبتت صحة هذه النتيجة .

تركيب أول أكسيد الكربون بالوزن — لكون أول أكسيد الكربون يستعمل عامل اختزال يمكن تعيين وزن الأكسجين الذي يقصد مكتونا ثاني أكسيد الكربون وبالطرح يعين وزن أول الأكسيد المستعمل .

فبعد تخليص أول أكسيد الكربون تخليصا تاما من الرطوبة وثاني أكسيد الكربون والأكسجين وغير ذلك من المواد الغريبة يتزيتار بطيء منه في أنبوبة قد هيئت كما في (شكل ٩٦) وتحتوى على وزن معلوم من أكسيد النحاس الذى اذا سخن يحول أول أكسيد الكربون الى ثاني الأكسيد (صفحة ١٠٩) الذى يعرف وزن ما يتكون منه لما امتص فى أنابيب معلومة الوزن تحتوى على محلول الصودا أو الصودا الجيرية الصلبة ويعرف وزن الأكسجين المستعمل بتعيين نقص وزن أكسيد النحاس ويجب إمرار تيار أول أكسيد الكربون ببطء حتى لا يغلت من الامتصاص شيء من ثاني الأكسيد المتكون والأعداد الآتية توضح ما سبق :

وزن الأنبوبة وأكسيد النحاس قبل التجربة	=	٤٣,٠٦٠	من الجرامات
» » » » » بعد » » » » »	=	٤٢,٦٣٨	»
∴ ما استعمل من الأكسجين	=	٠,٤٢٢	من الجرام
» أنابيب الامتصاص بعد التجربة	=	٥٠,٨٦٥	من الجرامات
» » » قبل » » » » »	=	٤٩,٧٣٢	»
∴ ما مكتون من ثاني أكسيد الكربون	=	١,١٣٣	»

وبالطرح يعرف وزن أول أكسيد الكربون الذى تأكسد وهو ٠,٧١١ من الجرام . ومن حيث ان ١١ جراما من ثاني أكسيد الكربون تحتوى على ٣ جرامات من الكربون (صفحة ٢٤٩) يكون ١,١٣٣ من الجرامات من ثاني أكسيد الكربون تحتوى على ٠,٣٠٩ من الجرام من الكربون ولكن وزن ثاني أكسيد الكربون هذا قد حصل

من ٠.٧١١ من الجرام من أول أكسيد الكربون فيجب أن يحتوى ٠.٧١١ من الجرام من أول أكسيد الكربون على ٠.٣٠٩ من الجرام من الكربون .

ولقد دلت تجارب "ستاس" على أن ٣ جرامات من الكربون تتحد بـ ٤ جرامات من الأكسجين بالضبط محدثة ٧ جرامات من أول أكسيد الكربون .

العلاقة بين وزنى الأكسجين الذى فى الأكسيدين — يدخل كل من هذين المركبين فى قانون النسب الثابتة ولكن إذا بحث منهما من حيث الوزن تظهر حقيقة أخرى فلو أخذ وزن معين من الكربون مثل ٣ جرامات لرأينا بالحساب أنها تتحد بثمانية جرامات من الأكسجين ليحصل ثانى أكسيد الكربون وتتحد بأربعة جرامات من الأكسجين ليحصل أول أكسيد وظاهر أن وزن الأكسجين فى الحالة الأولى ضعف وزنه فى الثانية وبعبارة أخرى يرى أن بين وزنى الأكسجين المتحدين بوزن معين من الكربون فى المركبين نسبة بسيطة هى ٢ الى ١

(٦٨) قانون النسب المضاعفة لدالتن

مقارنة تركيب الميثان والأستلين والأثلين — يمكن مقارنة أوزان الكربون والأيدروجين فى هذه المركبات الثلاثة بالرجوع الى النتائج التى بصفحة (٢١٩) وهى :

حجم من الميثان يحتوى على حجمين من الأيدروجين المتحد بالكربون الذى فى حجم من ثانى أكسيد الكربون .

حجم من الأثلين يحتوى على حجمين من الأيدروجين المتحد بالكربون الذى فى حجمين من ثانى أكسيد الكربون .

حجم من الأستلين يحتوى على حجم من الأيدروجين المتحد بالكربون الذى فى حجمين من ثانى أكسيد الكربون .

وبمضاعفة النتيجة الأخيرة يرى أن حجمين من الأستلين يحتويان على حجمين من الأيدروجين المتحد بالكربون الذى فى ٤ حجومات من ثانى أكسيد الكربون .

فى هذه المركبات الثلاثة يتحد حجمان من الأيدروجين بالكربون الذى فى حجم وحجمين وأربعة حجومات من ثانى أكسيد الكربون وبعبارة أخرى لو قيسست الحجم فى درجة حرارة واحدة تحت ضغط واحد لتتج أن وزنا ثابتا من الأيدروجين يتحد بـ ١ و ٢ و ٤ أجزاء من الكربون من حيث الوزن .

أكسيد النحاس — هناك عدة فلزات يتكوّن منها أكسيدان أو أكثر فلا أكسيد النحاس يمكن اختزالها بالطريقة المينة بصفحة (٨٥) وتعيين وزى النحاس والأكسجين المتحدّين ويمكن مقارنة النتائج كما يأتى :

أكسيد النحاس الأحمر يحتوى على $\left\{ \begin{array}{l} \text{نحاس } ٦٣,٦ \text{ من الأجزاء بالوزن} \\ \text{أكسجين } ٨,٠ \text{ أجزاء بالوزن} \end{array} \right.$

أكسيد النحاس الأسود يحتوى على $\left\{ \begin{array}{l} \text{نحاس } ٣١,٨ \text{ من الأجزاء بالوزن} \\ \text{أكسجين } ٨,٠ \text{ أجزاء بالوزن} \end{array} \right.$

قانون النسب المضاعفة — يستتج من درس جملة أمثلة من هذا القليل قانون النسب المضاعفة لدالتن وهو :

إذا اتحد عنصران بعنصر آخر فكون مركبين مختلفين أو أكثر فإن أوزان العنصر الأول التى تتحد بوزن ثابت من العنصر الآخر تكون متناسبة تناسبا بسيطا .

فإذا اعتبرنا فى حالة أكسيدى النحاس أن الوزن الثابت هو ٨ جرامات من الأكسجين فإن هذا الوزن يتحد بـ ٣١,٨ من الجرامات من النحاس فيحصل أكسيد النحاس الأسود أو يتحد أيضا بـ ٣١,٨ $\times ٢$ من الجرامات من النحاس فيحصل الأكسيد الأحمر أى أن نسبة وزى النحاس هى نسبة بسيطة — ١ : ٢

كذلك ٨ جرامات من الأكسجين تتحد بـ ٦ جرامات من الكربون فيحصل أول أكسيد الكربون ولكن ٨ جرامات من الأكسجين تتحد بـ ٣ جرامات فقط فيحصل ثانى الأكسيد أى أنها تتحد هنا بنصف ستة جرامات الكربون السابقة وبعبارة أخرى لو فرضنا أن الوزن الثابت هو ٦ جرامات من الكربون لكان الوزن الذى يتحد به إما ٨ جرامات من الأكسجين ليحصل أول الأكسيد وإما ١٦ جراما ليحصل ثانى الأكسيد .

العناصر التى تختلف أوزانها الاتحادية عن أوزانها المكافئة — بعض العناصر كالحديد تختلف أوزانها الاتحادية اختلافا تاما عن أوزانها المكافئة فقد رأينا أن ٧,٩ من الجرامات من الحديد تمحل محل جرام واحد من الأليدروجين مع أن ٢٠,٨ من الجرامات من الحديد تتحد بـ ٨ جرامات من الأكسجين (صفحة ١٧٠) .

وفي أكسيد ثان يعرف عند التجار باسم الكلكون تقصد $١٨,٦$ من الجرامات من الحديد بـ ٨ جرامات من الأكسجين فيظهر أن للحديد أوزانا مكافئة مختلفة تقصد بالأكسجين وتحمل على الأيدروجين في المركبات ولسهولة توضيح ذلك نأخذ أكسيديا ثالثا للحديد فنرى فيه أن $٢٧,٩$ من الجرامات من الحديد تقصد بـ ٨ جرامات من الأكسجين ومن حيث أن $٢٧,٩$ من الجرامات من الحديد تحمل على جرام واحد من الأيدروجين فهذا العدد هو الوزن المكافئ الحقيقي .

أما البحث في علاقة هذا الوزن المكافئ الحقيقي بالأوزان المكافئة الأخرى فيحتاج الى حلق فلو فرضنا وجود أربعة أوزان مكافئة من الأكسجين في الأكسيد الأول لكان ٣٢ جراما من الأكسجين متحدة بـ $٨٣,٢$ من الجرامات من الحديد وهذا الوزن الأخير يكاد يكون ثلاثة أميال الوزن المكافئ الحقيقي للحديد فهذا الأكسجين يحتوى على ثلاثة مكافئات للحديد متحدة بأربعة مكافئات للأكسجين .

ولو تأملنا في الأكسيد الثاني المحتوى على $١٨,٦$ من الجرامات من الحديد متحدة بثمانية جرامات من الأكسجين وضربنا هذه الأعداد في ٣ حتى يصير وزن الأكسيد محتويا على ٣ أوزان مكافئة من الأكسجين لوجدنا أن وزن الحديد يساوى $٥٥,٨$ من الجرامات أى أن هذا الأكسيد يحتوى على وزنين مكافئين للحديد متحدين بثلاثة أوزان مكافئة للأكسجين .

أسئلة على الباب السابع والعشرين

- (١) كيف تثبت بالعمل أن أكسيدى الكربون يتبعان قانون النسب المضاعفة ؟
- (٢) كيف تبرهن بالعمل على أن مقدارا معلوما من الرصاص يتحد بمقدارين مختلفين من الأكسجين ؟
- (٣) بماذا توخى ما هو ثابت من أن لبعض العناصر وزنين مكافئين مختلفين وأن بين هذين الوزنين نسبة بسيطة ؟
- (٤) إذا كان تركيب ثلاثة من أكاسيد الأزوت في المائة هو :
 أكسيد الأزوتوز : أزوت $٦٤,٦٣$ % وأكسجين $٣٦,٣٦$ %
 أكسيد الأزوتيك : أزوت $٦٧,٤٦$ % وأكسجين $٣٣,٥٣$ %
 فوق أكسيد الأزوت : أزوت $٤٣,٣٠$ % وأكسجين $٥٧,٦٩$ %
 فبين هل هذه الحقائق على مقتضى قانون النسب المضاعفة .

- (٥) يمكن تجهيز أكسيدين للنحاس يحتويان على ٢٠,٢٦ ٪ و ١١,٢٦ ٪ من الأكسجين. أثبت أنه يمكن أن يمثل لقانون النسب المضاعفة بهذين المركبين .
- (٦) إذا اتحد عنصران بهذه النسب :

٩٦,٢٨ : ٣,٧٢ و ٩٢,٨٣ : ٧,١٧ و ٨٩,٦٢ : ١٠,٣٨

فوضح من ذلك قانون الاتحاد بالنسب المضاعفة .

- (٧) ما تفهمه من معنى قانون النسب المضاعفة ؟ بين جوابك بمثالين .

تمارين عملية

- (١) أوجد بواسطة الاختزال بالأيديروجين وزنى الرصاص اللذين يتحدان بثمانية جرامات من الأكسجين ليحدث اللتارج وفوق أكسيد الرصاص ويكفى لتحصيل فوق الأكسيد تأثير حامض الأزوتيك المخفف فى الرصاص الأحمر ثم تجفيف الجسم الصلب الباقي بعد الغسل والرشح .
- (٢) عين الأوزان المكافئة للتصدير .

- (أ) بتسخينه مع حامض الكاودريك المركز وجمع ما يصعد من الأيديروجين .
- (ب) بأكسده بهامض الأزوتيك المركز وتسخين التساج الى أن يحمر قليلا
- قارن الأعداد الحاصلة فى الحالتين ووضح نتائجك .

(المطعة الاميرية ٣٣٠٥/١٩١٩/١٣٥٠)

